

MODUL

FISIKA

UNTUK SMK KELAS

10

SMK ISLAM PB SOEDIRMAN 1

NAMA :

KELAS :

ALAMAT :

.....

.....

No Telp :

E-Mail :

WebSite :

Oleh RUDY DJATMIKO, S.Si

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, dengan Ilmu-Nya yang Maha Luas, serta kemurahan hatinya, hingga kumpulan Modul Fisika untuk Siswa SMK kelas 10 ini dapat diselesaikan.

Modul Fisika SMK Kelas 10 ini disusun sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Mata Pelajaran Fisika Kelompok Teknologi dan Kesehatan untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) / Madrasah Aliyah Kejuruan (MAK). Karenanya materi yang diuraikan dalam modul ini tidak akan melenceng dari tujuan kurikulum.

Materi dalam Modul Fisika Smk Kelas 10 ini disajikan dengan ringkas dan sejelas mungkin. Hal ini dimaksudkan agar Siswa bisa lebih cepat menangkap inti dari materi ajar yang sedang dipelajari.

Kritik dan saran sangat Penulis harapkan demi kesempurnaan modul ini. Kritik dan saran dapat disampaikan melalui email rudyjtmiko@yahoo.com. Semoga modul ini dapat menghantarkan Siswa SMK menuju sukses.

Jakarta, 24 Juni 2012

Penyusun

Rudy Djatmiko, S.Si

**STANDAR KOMPETENSI DAN KOMPETENSI DASAR
PELAJARAN FISIKA SMK TEKNOLOGI**

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar
1. Mengukur besaran dan menerapkan satuannya	1. 1 Menguasai konsep besaran dan satuannya 1. 2 Menggunakan alat ukur yang tepat untuk mengukur suatu besaran fisis
2. Menerapkan hukum gerak dan gaya	2. 1 Menguasai konsep gerak dan gaya 2. 2 Menguasai hukum Newton 2. 3 Menghitung gerak lurus 2. 4 Menghitung gerak melingkar 2. 5 Menghitung gaya gesek
3. Menerapkan gerak translasi, rotasi, dan keseimbangan benda tegar	3. 1 Menguasai konsep gerak translasi dan rotasi 3. 2 Menguasai konsep keseimbangan benda tegar 3. 3 Menghitung gerak translasi dan rotasi 3. 4 Menghitung keseimbangan benda tegar
4. Menerapkan konsep usaha/ daya dan energi	4. 1 Menguasai konsep usaha/daya dan energi 4. 2 Menguasai hukum kekekalan energi 4. 3 Menghitung usaha/daya dan energi
5. Menerapkan konsep impuls dan momentum	5. 1 Mengenali jenis tumbukan 5. 2 Menguasai konsep impuls dan hukum kekekalan momentum 5. 3 Menerapkan hubungan impuls dan momentum dalam perhitungan

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar
6. Menginterpretasikan sifat mekanik bahan	6. 1 Menguasai konsep elastisitas bahan 6. 2 Menguasai hukum Hooke 6. 3 Menentukan kekuatan bahan
7. Menerapkan konsep suhu dan kalor	7. 1 Menguasai konsep suhu dan kalor 7. 2 Menguasai pengaruh kalor terhadap zat 7. 3 Mengukur suhu dan kalor 7. 4 Menghitung kalor
8. Menerapkan konsep fluida	8. 1 Menguasai hukum fluida statis 8. 2 Menguasai hukum fluida dinamis 8. 3 Menghitung fluida statis 8. 4 Menghitung fluida dinamis
9. Menerapkan hukum Termodinamika	9. 1 Menguasai hukum Termodinamika 9. 2 Menggunakan hukum Termodinamika dalam perhitungan
10. Menerapkan getaran, gelombang, dan bunyi	10. 1 Menguasai hukum getaran, gelombang, dan bunyi 10. 2 Membedakan getaran, gelombang, dan bunyi 10. 3 Menghitung getaran, gelombang, dan bunyi
11. Menerapkan konsep magnet dan elektromagnet	11. 1 Menguasai konsep kemagnetan 11. 2 Menguasai hukum magnet dan elektromagnet 11. 3 Menggunakan magnet 11. 4 Menggunakan electromagnet

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar
12. Menerapkan konsep optik	12. 1 Membedakan konsep cermin dan lensa 12. 2 Menggunakan hukum pemantulan dan pembiasan cahaya 12. 3 Menggunakan cermin dan lensa
13. Menginterpretasikan listrik statis dan dinamis	13. 1 Membedakan konsep listrik statis dan dinamis 13. 2 Menjelaskan penerapan listrik statis dan dinamis
14. Menerapkan konsep listrik arus searah	14. 1 Menguasai hukum kelistrikan arus searah 14. 2 Menguasai hubungan antara tegangan, hambatan, dan arus 14. 3 Menghitung daya dan energi listrik arus searah
15. Menerapkan konsep listrik arus bolak-balik	15. 1 Menguasai hukum kelistrikan arus bolak-balik 15. 2 Menguasai hubungan antara tegangan, impedensi, dan arus 15. 3 Menghitung daya dan energi listrik arus bolak-balik

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
STANDAR KOMPETENSI DAN KOMPETENSI DASAR	ii
DAFTAR ISI	iv
BAB. 1. BESARAN DAN PENGUKURAN	
A. Besaran dan Satuan	1
B. Pengukuran	6
C. Mengukur	11
BAB. 2. GERAK DAN GAYA	
A. Gerak Lurus	18
B. Gaya	26
BAB. 3. GERAK TRANSLASI, GERAK ROTASI, DAN KESEIMBANGAN BENDA TEGAR	
A. Gerak Translasi dan Rotasi	38
B. Dinamika Gerak Rotasi	41
C. Keseimbangan Benda Tegar	46
D. Titik Berat	49
BAB. 4. USAHA DAN ENERGI	
A. Usaha dan Daya	54
B. Energi	56
C. Hukum Kekekalan Energi Mekanik	59

BAB. 5. MOMENTUM DAN IMPULS

A. Momentum	63
B. Hukum Kekekalan Momentum	65
C. Tumbukan	67
D. Impuls	70
E. Impuls dan Momentum	70

BAB. 6. SIFAT MEKANIK BAHAN

A. Hukum Hooke	76
B. Elastisitas	81

BAB. 7. SUHU DAN KALOR

A. Suhu	86
B. Kalor	88
C. Perubahan Wujud	90
D. Pemuaian	92
E. Azas Black	95
F. Perpindahan Kalor	95
DAFTAR PUSTAKA	vi

BAB 1

BESARAN DAN PENGUKURAN

Standar Kompetensi:

- Mengukur besaran dan menerapkan satuannya

Kompetensi Dasar:

- Menguasai konsep besaran dan satuannya
- Menggunakan alat ukur yang tepat untuk mengukur suatu besaran fisis

A. BESARAN DAN SATUAN

1. Besaran Pokok

Besaran pokok yaitu besaran yang diperoleh melalui pengukuran

No.	Besaran Pokok	Satuan
1.	Panjang	Meter
2.	Massa	Kilogram
3.	Waktu	Sekon
4.	Arus listrik	Ampere
5.	Suhu	Kelvin
6.	Intensitas cahaya	Candela
7.	Jumlah zat	Mol

No.	Besaran Pokok Tambahan	Satuan
1.	Sudut bidang	Radian
2.	Sudut ruang	steradian

2. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang diperoleh dengan cara menurunkan dari besaran pokok

No.	Besaran turunan	Satuan
1.	Energi	$kg \cdot m / s$
2.	Massa Jenis	kg / m^3
3.	Kecepatan	m/s
4.	Berat	$kg \cdot m / s^2$
5.	Luas	m^2

3. Dimensi Besaran

Dimensi besaran dimanfaatkan untuk menentukan apakah suatu besaran dapat dijumlahkan atau tidak dengan suatu besaran yang lain.

No.	Besaran Pokok	Satuan	Dimensi
1.	Panjang	Meter	[L]
2.	Massa	Kilogram	[M]
3	Waktu	Sekon	[T]
4	Arus listrik	Ampere	[I]
5.	Suhu	Kelvin	[Θ]
6	Intensitas cahaya	Candela	[J]
7.	Jumlah Zat	Mol	[N]

4. Besaran Vektor

Besaran Skalar adalah besaran yang hanya menyatakan besarnya saja, sedangkan *Besaran Vektor* adalah besaran yang menyatakan besar dan juga arah.

Contoh Besaran Skalar	Contoh Besaran Vektor
Energi	Kecepatan
Volume	Perpindahan
Laju	Gaya
Luas	Momentum
Suhu	Percepatan
Dan lain-lain	Dan lain-lain

5. Sistem Besaran

Sistem Satuan		Panjang	Massa	Waktu	Gaya
Metrik	Mks (besar)	m	kg	Sekon	kg m / s ²
Dinamis	Cgs (kecil)	cm	gr	Sekon	gr cm / s ²
Metrik	Besar	m	smsb	sekon	kg
Statis	Kecil	cm	smsk	sekon	gr
British		feet	slug	sekon	pound (lb)

smsb = satuan massa statis kecil
 smsk = satuan massa statis besar
 slug = satuan massa sistem british

Sistem Internasional

Besaran	Satuan (dalam SI)	Satuan Baku
Gaya	newton (N)	kg m / s ²
Tekanan	pascal (Pa)	kg / m s ²
Energi	joule (J)	kg m ² / s ²
Frekuensi	hertz (Hz)	1 / s atau s ⁻¹
Hambatan Listrik	ohm (Ω)	Kg m / A s ³

6. Satuan Baku

Satuan	Nama Satuan	Nilai Satuan Baku
mm	Millimeter	$1 \times 10^{-3} \text{ m}$
cm	Centimeter	$1 \times 10^{-2} \text{ m}$
dm	Desimeter	$1 \times 10^{-1} \text{ m}$
m	Meter	
dam	Dekameter	$1 \times 10 \text{ m}$
hm	Hectometer	$1 \times 10^2 \text{ m}$
km	Kilometer	$1 \times 10^3 \text{ m}$
μm	Micrometer	$1 \times 10^{-6} \text{ m}$
Nm	Nanometer	$1 \times 10^{-9} \text{ m}$
A°	angstrom	$1 \times 10^{-10} \text{ m}$
pm	picometer	$1 \times 10^{-12} \text{ m}$

Latihan Soal Besaran

- Energi suatu benda yang dalam system SI dinyatakan dalam Joule, satuannya dalam satuan besaran pokok adalah :
 - $\text{Kg m}^2 / \text{s}^2$
 - $\text{Kg m} / \text{s}^2$
 - $\text{Kg} / \text{m s}^2$
 - $\text{Kg s} / \text{m}^2$
 - $\text{m}^2 / \text{s}^2 \text{ kg}$
- Besaran-besarn berikut yang bukan merupakan besaran turunan adalah :
 - momentum
 - kecepatan
 - gaya
 - massa
 - volume
- Besaran pokok dengan satuan yang benar menurut Sistem Internasional (SI) pada tabel berikut adalah ...

No.	Besaran	Satuan
1.	Suhu	detik
2.	Massa	kilogram
3.	Waktu	kelvin
4.	Panjang	meter

- 1 dan 3
- 2 dan 3
- 1 dan 4
- 2 dan 4
- 3 dan 4

4. Besaran yang dimensinya $[M] [L]^{-1} [T]^{-2}$ adalah ...
- gaya
 - tekanan
 - energi
 - momentum
 - percepatan
5. Dalam system SI, satuan kalor adalah....
- kalori
 - Joule
 - Watt
 - derajat Kelvin
 - derajat celcius
6. Besaran-besaran berikut ini yang bukan besaran pokok adalah ...
- Panjang
 - Massa
 - Waktu
 - Suhu
 - Muatan listrik
7. Kelompok besaran berikut yang semuanya termasuk besaran turunan adalah ...
- usaha, massa jenis, suhu
 - daya, gaya, intensitas cahaya
 - luas, panjang, volume
 - usaha, daya, gaya
 - kuat arus, suhu, waktu
8. Pak Gandhi membeli 5 meter tali tambang seharga Rp15.000,-. Yang menyatakan satuan dalam kalimat tersebut adalah ...
- 15.000
 - Rp
 - 5
 - meter
 - tali
9. Rumus dimensi momentum adalah...
- $[M] [L] [T]^{-2}$
 - $[M] [L]^{-1} [T]^{-1}$
 - $[M] [L] [T]^{-1}$
 - $[M] [L]^{-2} [T]^{-2}$
 - $[M] [L]^{-1} [T]^{-2}$
10. Diantara kelompok besaran berikut, yang termasuk kelompok besaran pokok dalam system Internasional adalah
- Panjang, luas, waktu, jumlah zat
 - Kuat arus, intersitas cahaya, suhu, waktu
 - Volume, suhu, massa, kuat arus
 - Kuat arus, panjang, massa, tekanan
 - Intensitas cahaya, kecepatan, percepatan, waktu

11. Kelompok besaran di bawah ini yang merupakan kelompok besaran turunan adalah ...
- A. Panjang lebar dan luas
 - B. Kecepatan, percepatan dan gaya
 - C. Kuat arus, suhu dan usaha
 - D. Massa, waktu, dan percepatan
 - E. Intensitas cahaya, banyaknya mol dan volume
12. Dimensi $[M] [L]^{-1} [T]^{-2}$ menyatakan dimensi :
- A. Gaya
 - B. Energi
 - C. Daya
 - D. Tekanan
 - E. Momentum
13. Besaran pokok panjang dapat diturunkan menjadi ...
- A. volume dan daya
 - B. luas dan volume
 - C. volume dan kuat arus listrik
 - D. luas dan tegangan
 - E. massa jenis dan volume
14. Satuan Standar Internasional (SI) dari besaran tekanan adalah . . .
- A. Newton
 - B. Pascal
 - C. Meter
 - D. Amper
 - E. Mol
15. " Setelah diukur dengan lebih teliti, ternyata besarnya adalah 3.75 Amper ".
Besaran yang disebutkan pada kalimat tersebut adalah . . .
- A. Tegangan listrik
 - B. Arus listrik
 - C. Intensitas cahaya
 - D. Massa
 - E. Jumlah zat
16. Nilai 5×10^{-9} g dapat dituliskan ...
- A. 5 mg
 - B. 5 μ g
 - C. 5 ng
 - D. 5 pg
 - E. 5 Mg
17. Nilai besaran panjang berikut,
yang paling kecil adalah ...
- A. 0,1 mm
 - B. 1 nm
 - C. 60 μ m
 - D. 0,9 dm
 - E. 0,001 m

B. PENGUKURAN

1. Jenis-Jenis Alat Ukur

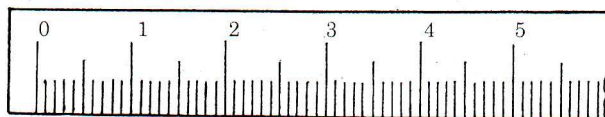
Beberapa jenis alat ukur yaitu seperti dituliskan dalam tabel berikut

Besaran	Alat ukur
Panjang	Meteran, mistar, jangka sorong, mikrometer skrup.
Massa	Timbangan, neraca
Waktu	Jam, stopwatch
Kuat arus listrik	Amperemeter
Suhu	Termometer
Tegangan listrik	Voltmeter
Hambatan listrik	Ohmmeter
Volume	Gelas ukur
Gaya	Dinamometer
Massa jenis zat cair	Higrometer
Dan lain-lain	Dan lain-lain

2. Pengukuran Panjang

a. Menggunakan Mistar

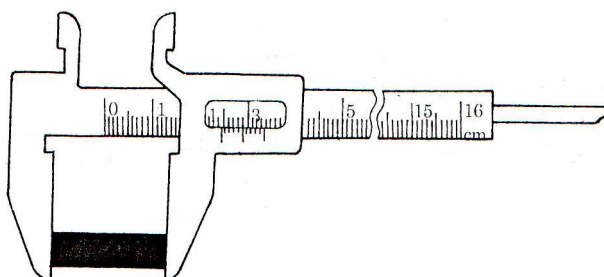
Mistar digunakan untuk mengukur besaran panjang dengan cara membandingkan nilai ukuran suatu benda dengan nilai yang telah tertulis pada skala pada mistar



Gambar 1.1. Mistar

Nilai skala terkecil yang dimiliki oleh mistar adalah 1 mm dan skala utamanya adalah 1 cm

b. Menggunakan Jangka Sorong



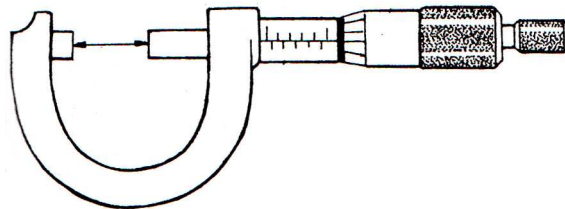
Gambar 1.2. Jangka Sorong

Pada jangka sorong terdapat skala utama dan skala nonius.
Hasil pengukuran yang diperoleh dari jangka sorong yaitu:

$$\text{Hasil Pengukuran} = \text{Skala Utama} + (\text{Skala Nonius yang Berhimpit} \times \text{nst})$$

nst (nilai skala terkecil) dari jangka sorong adalah : 0,1 mm

c. Menggunakan Mikrometer Skrup



Gambar 1.3. Mikrometer Skrup

Sama halnya dengan jangka sorong, pada mikrometer skrup juga terdapat skala utama dan skala nonius.

nst (nilai skala terkecil) dari mikrometer skrup adalah : 0,01 mm

3. Pengukuran Massa

a. neraca pegas



b. neraca Tuas



Neraca Tiga Lengan (Ohaus)



Neraca Dua Lengan

c. Pengukuran Waktu

a. Jam



Jam tangan analog



Jam tangan digital

b. Stopwatch



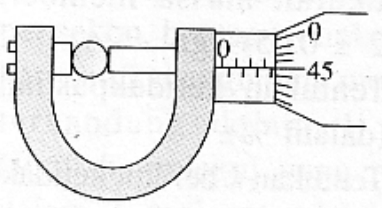
Stopwatch Analog



Stopwatch Digital

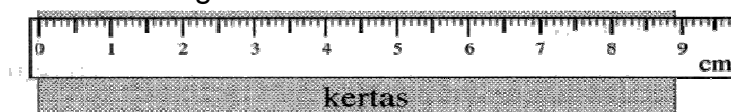
Latihan Soal Pengukuran

1. besarnya nilai skala terkecil mikrometer sekrup adalah . . .
 - A. 0,01 cm
 - B. 0,01 mm
 - C. 0,1 cm
 - D. 0,1 mm
 - E. 0,1 dm
2. Hasil pengukuran mikrometer berikut adalah ...



- A. 3.95 mm
 - B. 3.45 mm
 - C. 3.50 mm
 - D. 2.95 mm
 - E. 2.45 mm
3. Besarnya nilai skala terkecil jangka sorong adalah . . .
 - A. 0,1 cm
 - B. 0,1 mm
 - C. 1 cm
 - D. 1 mm
 - E. 1 dm
 4. Alat ukur panjang berikut yang memiliki ketelitian paling tinggi adalah . . .
 - A. Mistar
 - B. Jangka sorong
 - C. Mikrometer sekrup
 - D. Meteran
 - E. Rol meter
 5. Alat yang digunakan untuk mengukur massa yaitu . . .
 - A. Neraca tuas
 - B. Stopwatch
 - C. Rol meter
 - D. Jam digital
 - E. Dinamo meter

6. Perhatikan gambar di bawah ini!

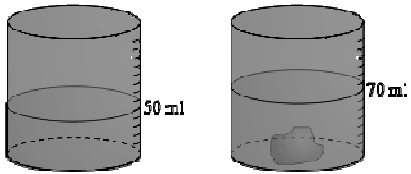


Panjang kertas adalah ...

- A. 8,9 cm
- B. 9,3 cm
- C. 9,1 cm

- D. 9,4 cm
- E. 9,9 cm

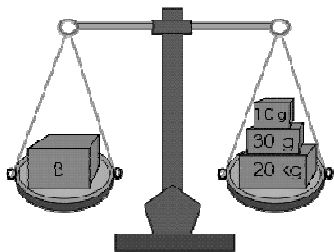
7. Perhatikan gambar berikut.



Volume batu sebesar ...

- A. 20 cm³
- B. 40 cm³
- C. 30 cm³
- D. 50 cm³
- E. 140 cm³

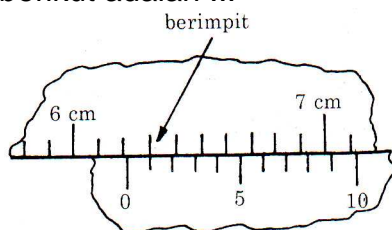
8. Perhatikan gambar di bawah ini!



Bila neraca dalam keadaan setimbang, maka besar massa batu B adalah ...

- A. 24,00 kg
- B. 20,004 kg
- C. 20,04 kg
- D. 20,0004 kg
- E. 60 kg

9. Hasil pengukuran jangka sorong yang di tunjukkan pada skala berikut adalah ...



- A. 62,0 mm
- B. 62,1 mm
- C. 63,0 mm
- D. 63,3 mm
- E. 63,5 mm

10. Voltmeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur besaran . . .

- A. Massa
- B. Arus listrik
- C. Tegangan listrik
- D. Massa jenis

E. Panjang

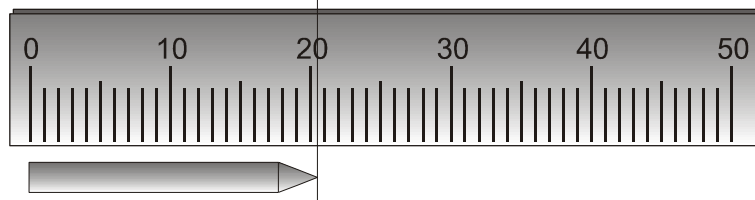
11. Alat yang dapat yang digunakan untuk mengukur volume batu adalah ...
- jangka sorong
 - mistar ukur
 - gelas ukur
 - gelas pancuran
 - jangka sorong
12. Alat berikut yang digunakan untuk mengukur gaya adalah . . .
- gaya meter
 - dynamo meter
 - ampere meter
 - neraca tuas
 - hygrometer

C. MENGUKUR

1. Angka Penting

Yaitu semua angka yang digunakan untuk menyatakan hasil pengukuran, baik angka pasti maupun angka taksiran

a. Angka Pasti Dan Angka Taksiran



Hasil pengukurannya adalah 20,5 mm. Angka 20 merupakan angka pasti, angka 5 merupakan angka taksiran karena angka tersebut berdasarkan perkiraan dan hasil yang ditunjukkan oleh garis skala alat ukur..

b. Bilangan Eksak Dan Bilangan Tidak Eksak

- Bilangan eksak yaitu bilangan yang didapat dari hasil membilang, misalnya 5 ekor, 20 buah, 3 bungkus, dan lain-lain.
- Bilangan tidak eksak yaitu bilangan yang diperoleh melalui pengukuran atau perhitungan

c. Menyatakan Banyaknya Angka Penting

- Semua angka bukan nol adalah angka penting. Contoh: 256.54 (5 angka penting)
- Semua angka nol yang terletak di antara angka bukan nol adalah angka pasti. Contoh: 2006 (4 angka penting)

- 3) Angka nol di sebelah kanan angka bukan nol termasuk angka penting, kecuali jika ada penjelasan khusus misalnya berupa garis dibawah angka terakhir dianggap angka penting. Contoh: 800 (3 angka penting), $3\underline{5}0$ (2 angka penting)
- 4) Semua angka nol yang digunakan untuk menentukan letak desimal bukan angka penting. Contoh: 0,002 (1 angka penting)

d. Pembulatan

Dalam fisika cara pembulatan bilangan dilakukan sebagai berikut:

- 1) Bilangan di sebelah kanan bernilai lebih dari 5, dibulatkan ke atas. Contoh:
1829 dibulatkan 2 angka menjadi **1900**
63276 dibulatkan 3 angka menjadi **63300**
8.276 dibulatkan 2 angka menjadi **8.3**
- 2) Bilangan di sebelah kanan bernilai kurang dari 5, dibulatkan ke bawah.
 Contoh:
9531 dibulatkan 3 angka menjadi **9530**
3.62 dibulatkan 2 angka menjadi **3.6**
- 3) bilangan di sebelah kanan bernilai tepat 5, maka:
 - a) jika angka yang dibulatkan bernilai ganjil, dibulatkan ke atas. Contoh:
775 dibulatkan 2 angka menjadi **780**
63.352 dibulatkan 3 angka menjadi **63.4**
 - b) jika nilai yang dibulatkan bernilai genap, dibulatkan ke bawah. Contoh:
3265 dibulatkan 3 angka menjadi **3260**
3.25 dibulatkan 2 angka menjadi **3.2**

e. Berhitung Dengan Angka Penting

- 1) Penjumlahan angka penting

Dalam **penjumlahan dan pengurangan** angka penting, hasilnya hanya diperbolehkan memiliki 1 angka taksiran (angka yang paling kanan).

Contoh :

$1,41\underline{5}$ (angka 5 merupakan angka taksiran) + $2,5\underline{6}$ (angka 6 merupakan angka taksiran) = $3,9\underline{75}$ (angka 7 dan 5 merupakan angka taksiran) dan hasilnya ditulis sebagai $3,9\underline{8}$ (75 yang merupakan 2 angka taksiran dibulatkan menjadi 8).

- 2) Perkalian angka penting

Dalam **perkalian dan pembagian** angka penting, hasilnya dinyatakan dalam jumlah angka penting yang paling sedikit sebagaimana banyaknya angka penting dari bilangan-bilangan yang dihitung. Hasilnya harus dibulatkan hingga jumlah angka penting sama dengan jumlah angka penting berdasarkan faktor yang paling kecil jumlah angka pentingnya.

Contoh :

$$3,25 \times 4,005 = \dots$$

3,25 = mengandung 3 angka penting

4,009 = mengandung 4 angka penting

Hasil menurut hitungan = 16.27925

Karena hasilnya hanya diperbolehkan mengandung 3 angka penting (jumlah angka penting yang paling sedikit), sehingga hasilnya menurut aturan angka penting seharusnya = 16.3

2. Kesalahan Dalam Pengukuran

a. Kesalahan kalibrasi

Yaitu kesalahan dalam pengukuran yang disebabkan karena pembagian skala alat ukur yang tidak tepat. Hal ini dapat terjadi akibat keadaan alat ukur itu sendiri yang sudah tidak baik akibat pengaruh usia, suhu, kelembaban, atau hal lainnya.

b. Kesalahan titik nol

Yaitu kesalahan dalam pengukuran yang disebabkan karena alat ukur saat tidak dipakai tidak menunjuk ke titik nol. Kesalahan ini dapat dihindari dengan cara mengubah penunjukan skala ukur sebelum digunakan ke titik nol, cara ini dinamakan **kalibrasi alat**

c. kesalahan mutlak alat ukur

yaitu kesalahan dalam pengukuran akibat penggunaan alat ukur dengan tingkat ketelitian yang tidak sesuai. Tingkat ketelitian jangka sorong adalah 0.1 mm, jika mengukur panjang suatu benda dalam kisaran 0.01 mm menggunakan jangka sorong maka pengukuran tersebut mengalami kesalahan mutlak dari alat ukur.

d. Kesalahan Paralaks

yaitu kesalahan dalam pengukuran akibat pandangan (penglihatan) si pengukur tidak pada posisi yang tepat

e. Kesalahan Kosinus Dan Sinus

yaitu kesalahan dalam pengukuran akibat penempatan alat ukur yang tidak tepat. Posisi tersebut membentuk sudut tertentu dari posisi seharusnya.

f. Kesalahan Akibat Benda Yang Diukur

yaitu kesalahan dalam pengukuran yang terjadi akibat benda yang diukur mengalami perubahan bentuk

g. Kesalahan Fatigue Pada Pegas

yaitu kesalahan dalam pengukuran akibat keadaan pegas dalam alat ukur mengalami fatigue (melunak atau melembek)

3. Pengolahan Data Hasil Pengukuran

Secara lengkap, data hasil pengukuran dituliskan dalam bentuk :

$$(x \pm \Delta x)$$

Dengan x sebagai data hasil perhitungan dan Δx adalah nilai ketelitiannya

a. Data tunggal

Data tunggal yaitu data yang diperoleh dari satu kali pengukuran. Nilai x hasil pengukuran tersebut merupakan nilai yang dihasilkan dari pengukuran, sedangkan nilai Δx adalah $\frac{1}{2} \times$ nilai skala terkecil alat ukur yang digunakan.

b. Data berulang

Data berulang yaitu data yang diperoleh dari hasil pengukuran yang dilakukan secara berulang-ulang. Nilai x dari hasil pengukuran tersebut merupakan nilai rata-rata, sedangkan nilai Δx dihitung dengan rumus:

$$\Delta x = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}{N-1}}$$

No	X	X ²
1		
2		
3		
4		
N = 4	Σx	Σx²

N = banyaknya data pengukuran

Σx = jumlah seluruh nilai hasil pengukuran

Σx² = jumlah seluruh nilai hasil pengukuran setelah dikuadratkan

Latihan Soal Mengukur

1. Sebuah kubus mempunyai sisi 16,5 cm. Volume kubus tersebut adalah...

- A. 4492,125 cm³
- B. 4492,12 cm³
- C. 4492,13 cm³
- D. 4,49 x 10³ cm³
- E. 4,5 x 10³ cm³

2. Hasil pengukuran panjang dan lebar suatu pelat adalah 11,25 m dan 4,6 m. Menurut aturan angka penting luas lantai adalah...
 - A. 51,75 m²
 - B. 51,8 m²
 - C. 51,7 m²
 - D. 52,0 m²
 - E. 52 m²

3. Pada pengukuran plat logam diperoleh hasil panjang 1.5 m dan lebar 1.25 m. Luas plat menurut satuan angka penting adalah ...
 - A. 1.8750 m²
 - B. 1.875 m²
 - C. 1.88 m²
 - D. 1.9 m²
 - E. 2 m²

4. Suatu batang logam panjangnya terukur sebesar 2,76 m. dan logam lainnya 5,5 m. panjang total kedua batang logam tersebut menurut aturan angka penting adalah . . .
 - A. 8,26 m
 - B. 8,2 m
 - C. 8,3 m
 - D. 8 m
 - E. 9 m

5. Nilai 6,023 jika dibulatkan sebesar 3 angka, menjadi . . .
 - A. 6,02
 - B. 6,01
 - C. 6,03
 - D. 6,10
 - E. 6,12

6. Kesalahan pengukuran akibat cara pandang yang kurang pas, dinamakan . . .
 - A. Kesalahan titik nol
 - B. Kesalahan manual
 - C. Kesalahan paralaks
 - D. Kesalahan mutlak
 - E. Kesalahan cosinus

7. Kesalahan titik nol yaitu kesalahan pengukuran akibat keadaan alat yang pada posisi awal, skalanya tidak tepat menunjuk ke titik nol. Kesalahan ini dapat diantisipasi dengan cara . . .
 - A. deviasi
 - B. Kalibrasi alat
 - C. Membersihkan alat

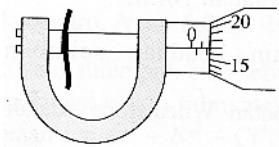
- D. Memindahkan posisi alat
- E. Mengubah arah pandang

8. Nilai 2055 jika dibulatkan sebesar 3 angka, menjadi . . .
- A. 2050
 - B. 2040
 - C. 2060
 - D. 2054
 - E. 2056

9. Rumus dimensi daya (satuan: $\text{kg m}^2 / \text{s}^3$) adalah ...

10. $2 \text{ mm} + 4000 \mu\text{m} = \dots\dots\dots \text{m}$

11. tuliskan hasil pengukuran mikrometer sekrup berikut lengkap dengan ketelitiannya!



12. Dari hasil pengukuran panjang, lebar dan tinggi suatu balok adalah 5,70 cm, 2,45 cm dan 1,62 cm. Volume balok dari hasil pengukuran tersebut menurut aturan angka penting adalah Cm^3

13. Dari hasil pengukuran panjang batang baja dan besi masing-masing 1,257 m dan 4,12 m, Jika kedua batang disambung, maka berdasarkan aturan penulisan angka penting, panjangnya adalah m

BAB 2 GERAK DAN GAYA

Standar Kompetensi:

- Menerapkan Hukum Gerak dan Gaya

Kompetensi Dasar:

- Menguasai konsep gerak dan gaya
- Menguasai hukum Newton
- Menghitung gerak lurus
- Menghitung gerak melingkar
- Menghitung gaya gesek

A. GERAK LURUS

1. Jarak dan Perpindahan

Jarak: Panjang lintasan yang ditempuh

Perpindahan: jarak dari posisi awal ke posisi akhir.

2. Laju dan Kecepatan

Laju adalah besarnya jarak yang ditempuh tiap satuan waktu. Laju termasuk besaran skalar. Besarnya laju:

$$\text{Laju} = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}}$$

Laju sesaat adalah laju gerak dalam rentang waktu yang sangat kecil. Secara matematis, besarnya:

$$\boxed{\text{LajuSesaat} = \frac{dx}{dt}}$$

Laju rata-rata adalah laju gerak rata-rata. Secara matematis, besarnya:

$$\boxed{\text{LajuRata - rata} = \frac{\text{Jumlah jarak}}{\text{Jumlah waktu}} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots}}$$

Kecepatan adalah besarnya perpindahan tiap satuan waktu. Kecepatan memiliki besar dan juga arah. Kecepatan termasuk besaran vektor.

$$\boxed{\text{Kecepatan} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}}}$$

Nilai yang terbaca pada speedometer adalah laju.

3. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

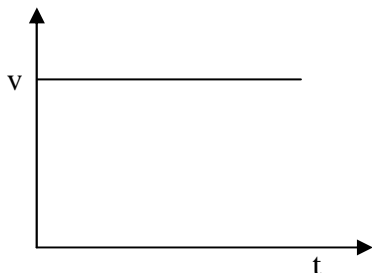
GLB yaitu gerak dengan kecepatan tetap. Berlaku:

$$\boxed{x = v \cdot t} \quad \boxed{v = \frac{x}{t}} \quad \boxed{t = \frac{x}{v}}$$

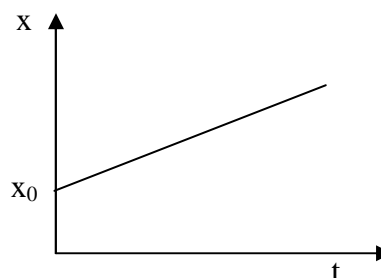
x = jarak yang ditempuh (m)

v = kecepatan (m/s)

t = waktu (s)



Grafik $v - t$ pada GLB



Grafik $x - t$ pada GLB

Dalam kehidupan sehari-hari, GLB ditemui pada:

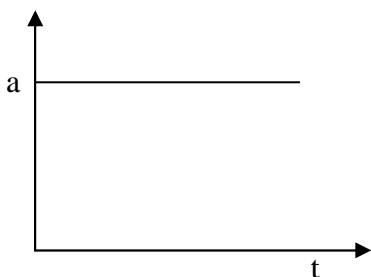
- Tangga jalan (excalator)
- Mesin pabrik
- Kendaraan saat bergerak dengan stabil

4. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

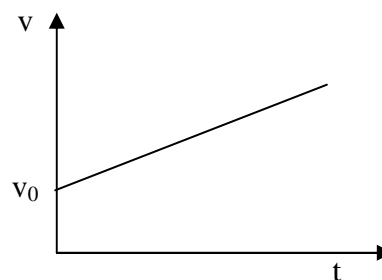
GLBB yaitu gerak dengan percepatan tetap, dimana **percepatan** adalah perubahan kecepatan tiap satuan waktu, secara matematis:

$$\boxed{a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ atau } a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}}$$

a = percepatan (m/s^2)



Grafik $a - t$ pada GLB



Grafik $v - t$ pada GLB

Hubungan jarak, kecepatan, percepatan, dan waktu dalam GLBB yaitu:

$$\boxed{x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2} \quad \boxed{v = v_0 + a t} \quad \boxed{v^2 = v_0^2 + 2 a x}$$

x = jarak (m)

t = waktu (s)

v_0 = kecepatan mula-mula (m/s)

v = kecepatan (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

Terdapat dua jenis GLBB. Yaitu GLBB dipercepat dan GLBB diperlambat.

- GLBB dipercepat nilai dari percepatannya positif (a)
- GLBB diperlambat nilai percepatannya negatif (-a).

Dalam kehidupan sehari-hari, GLBB ditemui pada:

- Kendaraan saat mulai bergerak or saat akan berhenti
- Benda yang jatuh dari ketinggian
- Benda yang dilemparkan vertikal ke atas

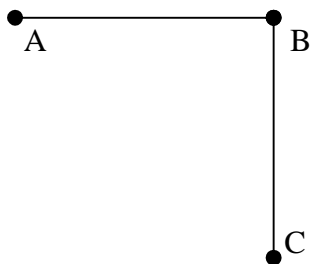
LATIHAN GERAK LURUS

1. Jarak lurus dari posisi awal ke posisi akhir dinamakan . . .
 - a. jarak
 - b. laju
 - c. perpindahan
 - d. kecepatan
 - e. kecepatan rata-rata
2. Yang dimaksud dengan laju adalah
 - a. besarnya jarak yang ditempuh tiap satuan waktu
 - b. besarnya perpindahan yang ditempuh tiap satuan waktu
 - c. jarak lurus dari posisi awal ke posisi akhir
 - d. panjang lintasan yang dilalui oleh gerak suatu benda
 - e. jumlah jarak per jumlah waktu
3. Kecepatan sesaat merupakan kecepatan gerak dalam rentang waktu yang sangat kecil. Secara matematis ditulis . . .

- a. $\frac{\Delta x}{\Delta t}$
- b. $\frac{\text{jarak}}{\text{waktu}}$
- c. $\frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}}$
- d. $\frac{x}{t}$

e. $\frac{dx}{dt}$

4. Dua mobil bergerak pada lintasan lurus dengan arah saling berlawanan. Mobil A bergerak dengan kelajuan 60 km/jam dan lima menit kemudian mobil B bergerak dengan kecepatan 80km/jam. Jika jarak antar keduanya 12 km, kapan mobil A berpapasan dengan B?
- mobil A bergerak 8 menit, mobil B bergerak 3 menit
 - mobil A bergerak 3 menit, mobil B bergerak 8 menit
 - mobil A bergerak 2 menit, mobil B bergerak 9 menit
 - mobil A bergerak 9 menit, mobil B bergerak 2 menit
5. Adi berjalan menuju rumah budi dari posisi A ke posisi C melewati B dengan arah gerak seperti gambar berikut.



Jika jarak AB 120 m dan jarak BC 160 m, Berapa perpindahannya?

- 100 m
 - 120 m
 - 160 m
 - 200 m
 - 280 m
6. Berapakah 72 km/jam jika dinyatakan dalam m/s?
- 20
 - 7200
 - 8000
 - 10
 - 400
7. Sebuah lori bergerak lurus beraturan dan menempuh jarak

100 cm dalam waktu 2 sekon.

Berapakah waktu yang dibutuhkan lori jika lori menempuh jarak 25 cm?

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

8. Sebuah sepeda yang bergerak lurus, anggap jalanan tersebut adalah sumbu $-x$ dengan perpindahannya dinyatakan dalam persamaan $x = 2t^2 + 5t - 1$. x dalam meter dan t dalam sekon.

Kecepatan rata-rata sepeda pada selang waktu $t=1$ dan $t=2$ adalahm/s.

- a. 10
- b. 11
- c. 12
- d. 13
- e. 14

9. Kecepatan mobil bertambah dari 5 m/s menjadi 14 m/s dalam selang waktu 4,5 s. berapa percepatannya?

- a. 1 m/s
- b. 2m/s
- c. 3m/s
- d. 4m/s

10. Sebuah bola menggelinding kebawah pada suatu bidang miring dengan percepatan tetap $3,4 \text{ m/s}^2$. jika kecepatan bola sebelum menggelinding adalah 3 m/s. berapa kecepatan bola setelah 5 sekon?

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

11. Sebuah mobil bergerak dari keadaan diam mendapat percepatan tetap 6 m/s^2 . berapa jarak yang ditempuh mobil setelah 7 sekon?

- a. 147m

-
- b. 152 m
c. 155 m
d. 148 m
12. Sebuah pesawat terbang harus memiliki kecepatan 60 m/s untuk tinggal landas. Jika panjang lintasan adalah 720 m, berapakah percepatan yang harus dimiliki pesawat terbang tersebut?
a. $3,5 \text{ m/s}^2$
b. $2,5 \text{ m/s}^2$
c. $2,4 \text{ m/s}^2$
d. $3,6 \text{ m/s}^2$
13. Dedi mengendarai motor dengan kecepatan 20 m/s. Setelah 10 s kecepatannya menjadi 60 m/s. Percepatannya adalah
a. 4 m/s^2
b. 5 m/s^2
c. 6 m/s^2
d. 7 m/s^2
e. 8 m/s^2
14. Sebuah mobil melaju dengan kecepatan 150 km/jam. Berapa lama waktu yang dibutuhkan mobil tersebut untuk menempuh jarak 250 km?
a. $\frac{5}{3}$ jam
b. $\frac{4}{3}$ jam
c. $\frac{5}{2}$ jam
d. $\frac{3}{5}$ jam
e. 2 jam
15. Ali pergi ke sekolah dengan berjalan kaki sejauh 600 meter selama 3 menit. Kemudian naik kendaraan umum menempuh jarak 2.4 km selama 15 menit. Lalu berjalan kaki sejauh 300 meter selama 2 menit. Berapa kecepatan rata-rata ali pergi ke sekolah?
a. $\frac{4}{11} \text{ m/s}$

- b. $\frac{11}{4}$ m/s
- c. $\frac{10}{4}$ m/s
- d. $\frac{11}{3}$ m/s
- e. $\frac{11}{6}$ m/s
16. Heri berlari dengan kecepatan 5 m/s. Kemudian selama 4 detik dipercepat dengan percepatan 2 m/s². Menjadi berapakah kecepatan Heri?
- a. 9 m/s
- b. 10 m/s
- c. 11 m/s
- d. 12 m/s
- e. 13 m/s
17. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 36 km/jam. Dalam satuan SI, besarnya kecepatan mobil tersebut adalah
- a. 60 m/s
- b. $\frac{1}{6}$ m/s
- c. 1 m/s
- d. 20 m/s
- e. 10 m/s
18. Sebuah batu dilemparkan vertikal ke bawah dengan kecepatan awal 2 m/s. Jika percepatan gravitasi 10 m/s², jarak yang ditempuh oleh batu setelah 5 detik adalah . . .
- a. 90 m
- b. 100 m
- c. 125 m
- d. 127 m
- e. 135 m
19. Sebuah vas bunga tejatuh dari atas suatu bangunan bertingkat. Jika ketinggian vas bunga tersebut dari permukaan tanah adalah 20 m dan percepatan gravitasi 10 m/s², berapa kecepatan jatuh vas bunga saat menyentuh permukaan tanah?
- a. 10 m/s

- b. 20 m/s
- c. 25 m/s
- d. 30 m/s
- e. 33 m/s

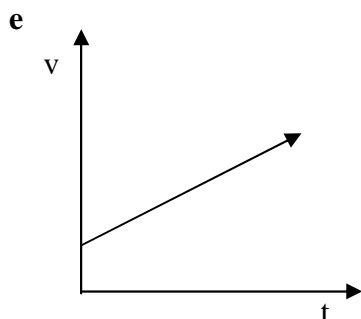
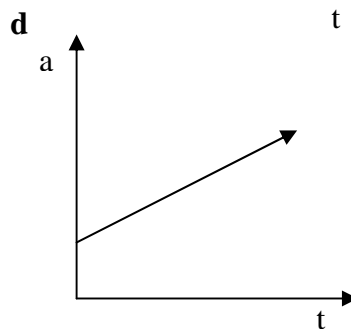
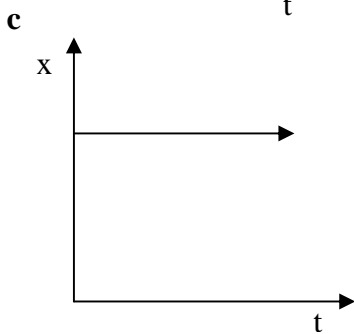
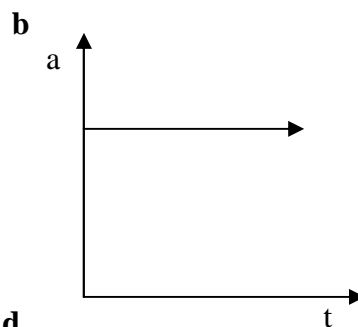
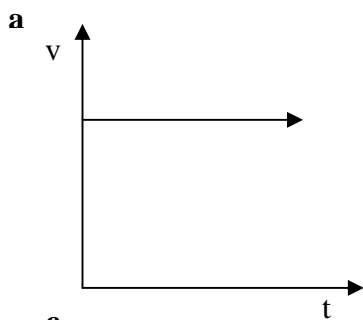
20. Yang termasuk peristiwa gerak lurus beraturan adalah . . .

- a. gerak tangga jalan (eskalator)
- b. gerak mobil saat akan berhenti
- c. gerak motor saat mulai berjalan
- d. gerak benda yang dijatuhkan
- e. gerak benda yang dilemparkan ke atas

21. Yang termasuk peristiwa gerak lurus berubah beraturan adalah . . .

- a. gerak mobil yang sedang melaju dengan stabil
- b. gerak tangga jalan (eskalator)
- c. gerak produk minuman saat dalam proses di mesin produksi
- d. gerak kereta api saat melaju dengan kecepatan tetap
- e. gerak mobil yang tiba-tiba direm

22. Grafik gerak lurus beraturan yang benar adalah . . .



B. GERAK MELINGKAR

Dalam gerak melingkar dikenal Gerak Melingkar Beraturan (GMB) dan Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB)

Jika dianalogikan dengan gerak lurus, dapat dituliskan

Dalam gerak lurus	Dalam gerak melingkar	Hubungan
x (posisi)	θ (sudut)	$x = \theta r$
v (kecepatan)	ω (kecepatan sudut)	$v = \omega r$
a (percepatan)	α (percepatan sudut)	$a = \alpha r$

1. Gerak Melingkar Beraturan (GMB)

GMB yaitu gerak melingkar dengan kecepatan sudut tetap, berlaku

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

2. Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB)

GMBB yaitu gerak melingkar berubah beraturan dengan percepatan sudut tetap

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha \cdot \theta$$

θ = sudut (rad)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

α = percepatan sudut (rad/s²)

$$1 \text{ Putaran} = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ$$

$$\text{jadi, } 1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,3^\circ$$

LATIHAN GERAK MELINGKAR

- Sebuah motor balap melaju di sirkuit yang berbentuk melingkar dengan kecepatan 120 m/s. Jika jari-jari lintasan gerakanya adalah 20 m, besar kecepatan sudutnya adalah . . .
 - 2 rad/s
 - 4 rad/s
 - 6 rad/s
 - 8 rad/s
 - 10 rad/s
- Sebuah pentil roda sepeda bergerak melingkar beraturan. dalam waktu 10 s pentil dapat melakukan 50 kali putaran. tentukanlah frekuensi gerak pentil tersebut.
 - 3 Hz
 - 4 Hz
 - 5 Hz

-
- d. 6 Hz
e. 8 Hz
3. Sebuah bola kasti diikat dengan seutas tali dan diputar melingkar beraturan dengan jari-jari lingkarannya 0,7 m. bola kasti melakukan 2 kali putaran setiap detiknya. berapakah kecepatan liniernya?
a. 6,8 m/s
b. 7,8 m/s
c. 8,8 m/s
d. 9,8 m/s
4. Berapakah kecepatan anguler dari sebuah bola kasti yang diikat dengan tali dan diputar membentuk sebuah lingkaran yang berjari jari 0,5 m dengan kelajuan 4 m/s!
a. 5 rad/s
b. 6 rad/s
c. 7 rad/s
d. 8 rad/s
e. 10 rad/s
5. Sebuah piringan dengan jari-jari 10 cm diputar dengan kelajuan anguler 5 cps. Tentukanlah percepatan centripetal yang dialami oleh titik-titik yang berada dipingir piringan tersebut.
a. $10\pi^2 \text{ rad/s}^2$
b. $50\pi^2 \text{ rad/s}^2$
c. $20\pi^2 \text{ rad/s}^2$
d. $125\pi^2 \text{ rad/s}^2$
6. Berpakah waktu yang dibutuhkan sebuah alat pengering mesin cuci yang berputar pada kecepatan anguler tetap 900 rpm pada 600 kali putaran?
a. 4 s
b. 5s
c. 6 s
d. 7 s
7. Berapakah kecepatan linier dari sebuah katrol yang berputar pada 300 rpm?
a. $1,4 \pi \text{ m/s}$
b. $1,5 \pi \text{ m/s}$

- c. $1,6 \pi \text{ m/s}$
d. $1,7 \pi \text{ m/s}$
8. Seorang pembalap mengendarai motonya mengitari suatu lintasan lingkaran dengan diameter 30 m. berapa percepatan motor menuju pusat lingkaran jika kelajuan motor 30 m/s?
a. 50 m/s
b. 60 m/s
c. 70 m/s
d. 80 m/s
9. Sebuah uang logam diletakkan pada piringan hitam yang sedang berputar pada 33 rpm. Berapakah percepatan uang logam itu ketika diletakkan 5 cm dari pusat piringan hitam?
a. $0,3 \text{ m/s}^2$
b. $0,4 \text{ m/s}^2$
c. $0,5 \text{ m/s}^2$
d. $0,6 \text{ m/s}^2$
10. Seorang anak berlari dilapangan sebanyak 8 kali dalam waktu 40 sekon, berapakah periode anak tersebut?
a. 5 s
b. 6 s
c. 7 s
d. 8 s
11. Sebuah cakram berputar dengan percepatan anguler konstan 2 rad/s. jika cakram mulai dari keadaan diam, berapakah putaran yang dihasilkan dalam 8 sekon?
a. $31/\pi \text{ put}$
b. $32/\pi \text{ put}$
c. $33/\pi \text{ put}$
d. $34/\pi \text{ put}$
12. Dalam waktu 16 s kecepatan anguler roda berkurang secara beraturan dari 12 rad/s menjadi 4 rad/s. tentukanlah percepatan anguler roda.
a. $0,5 \text{ rad/s}^2$
b. $0,6 \text{ rad/s}^2$
c. $0,7 \text{ rad/s}^2$

d. $0,8 \text{ rad/s}^2$

13. Mobil Yusman dengan jari-jari roda 30 cm mula mula dalam keadaan diam. Dalam waktu 10 s ban mobil berputar pada 8 putaran setiap sekon. Hitung jumlah putarannya.
- 3
 - 4
 - 5
 - 6
14. Seekor semut berada pada sebuah piringan yang berotasi dengan kecepatan anguler 6 rad/s . pada awal pengamatan posisinya berada pada $2,5$ radian. Tentukan posisi sudut semut setelah bergerak 4 s.
- 24 radian
 - 25 radian
 - 26 radian
 - 27 radian
15. Sebuah dadu diikat dan diputar melingkar dengan percepatan sudut $2,5 \text{ rad/s}^2$. setelah bergerak selama 8 s, dadu berhenti bergerak. Tentukanlah kecepatan awal dadu tersebut.
- 20 rad/s
 - 21 rad/s
 - 22 rad/s
 - 23 rad/s
16. Sebuah gaya 10 N bekerja pada bola yang massanya 2 kg. tentukan percepatan yang timbul oleh gaya pada bola tersebut.
- 4 m/s^2
 - 5 m/s^2
 - 6 m/s^2
 - 7 m/s^2
17. Sebuah bola karet dengan massa 100 gr diputar membentuk sebuah lingkaran horizontal dengan jari-jari lintasan 1 m. bola tersebut dapat menempuh satu putaran dalam waktu 2 s. tentukanlah percepatan sentripetal yang dialami bola. ($\pi^2=10$)

- a. 10 m/s^2
- b. 20 m/s^2
- c. 30 m/s^2
- d. 40 m/s^2
- e. 50 m/s^2

C. GAYA

Gaya adalah suatu dorongan, tarikan, atau perlakuan yang dapat menyebabkan keadaan suatu benda menjadi berubah. Perubahan keadaan tersebut meliputi:

- o Perubahan bentuk, misalnya karet jika ditarik bentuknya memanjang.
- o Perubahan gerakan, misalnya motor yang melaju jika direm gerakannya menjadi lambat
- o Perubahan posisi, misalnya meja jika didorong dapat berpindah tempat
- o dan lain-lain.

1. Hukum Newton

Hukum Newton I : “suatu benda dalam keadaan diam atau bergerak dengan kecepatan tetap jika resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol”

$$\boxed{\sum F = 0}$$

Hukum Newton II: “percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya, searah dengan resultan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda”

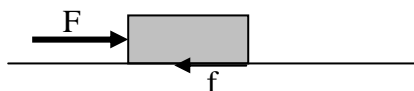
$$\boxed{a = \frac{\sum F}{m}} \quad \text{atau} \quad \boxed{\sum F = m \cdot a}$$

Hukum Newton III: “untuk setiap aksi, timbul reaksi yang sama besar tetapi berlawanan arah”

$$\boxed{aksi = -reaksi}$$

2. Gaya Gesek

Gaya gesek merupakan gaya yang bekerja berlawanan arah dengan gaya yang diberikan.



Besarnya gaya gesek(f) paling besar yaitu sama dengan besarnya gaya (F) yang diberikan.

Jika benda bergerak saat mengalami gesekan, maka gaya geseknya dinamakan gaya gesek kinetis(F_k).

$$\boxed{F_k = \mu_k \cdot N}$$

Jika benda diam, maka gaya gesek yang terjadi dinamakan gaya gesek statis(F_s).

$$F_s = \mu_s \cdot N$$

N adalah gaya normal, yaitu besarnya gaya yang bekerja tegak lurus terhadap arah gaya gesek. Pada bidang yang horizontal, besarnya gaya normal sama dengan gaya berat benda.

F_k = gaya gesek kinetis (N)

F_s = gaya gesek statis (N)

N = gaya normal (N)

μ_k = koefisien gesek kinetis

μ_s = koefisien gesek statis

Gaya gesek ada yang merugikan dan ada pula yang menguntungkan.

Contoh gaya gesek yang merugikan:

- Gesekan pada mesin menyebabkan mesin menjadi cepat panas
- Gesekan kinetis yang terjadi pada ban kendaraan menyebabkan ban kendaraan menjadi aus

Contoh gaya gesek yang menguntungkan:

- Gaya gesek pada rem kendaraan, untuk mengurangi dan menghentikan laju kendaraan
- Gaya gesek statis pada ban kendaraan dengan permukaan jalan, kendaraan menjadi tidak slip saat melaju di jalan.

LATIHAN GAYA

1. Sebatang bambu yang massanya 4 kg meluncur tanpa kecepatan awal sepanjang bidang miring yang licin. Sudut kemiringan terhadap bidang horizontal 37° . jika percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 tentukanlah gaya normal yang bekerja!
 - a. 31 N
 - b. 32 N
 - c. 33 N
 - d. 34 N
 - e. 35 N
2. Dua balok $m_1 = 1\text{kg}$ dan $m_2 = 2\text{kg}$ berada pada bidang datar licin dan kedua balok dihubungkan dengan seutas tali. Balok 2 ditarik dengan

gaya horizontal $F = 12 \text{ N}$ sehingga kedua balok dapat bergerak.

Tentukanlah percepatan system.

- a. 1 m/s^2
 - b. 2 m/s^2
 - c. 3 m/s^2
 - d. 4 m/s^2
 - e. 5 m/s^2
3. Suatu mobil permukaan bannya memiliki koefisien gesek statis 5. Jika massa mobil tersebut 1000 kg, berapa gaya gesek yang dialami mobil terhadap jalan? ($g = 10 \text{ m/s}$)
- a. 10.000 N
 - b. 20.000 N
 - c. 30.000 N
 - d. 40.000 N
 - e. 50.000 N
4. Sebuah balok kayu massanya 10 kg ditempatkan pada sebuah bidang datar. Jika pada balok bekerja sebuah gaya $F = 40 \text{ N}$ membentuk sudut 60° terhadap bidang alas, tentukanlah percepatan yang dialami oleh balok untuk bidang kasar dengan gaya gesekan 10 N.
- a. 1 m/s^2
 - b. 2 m/s^2
 - c. 3 m/s^2
 - d. 4 m/s^2
 - e. 5 m/s^2
5. Sekotak coklat seberat 10 kg berada diatas meja. Seorang anak menekan kotak kebawah dengan gaya 40 N. Tentukan gaya normal yang bekerja pada benda.
- a. 98 N
 - b. 89 N
 - c. 90 N
 - d. 80 N

D. GAYA DAN GERAK

Gaya dapat menyebabkan benda diam menjadi bergerak dan benda bergerak menjadi diam. Hal ini merupakan penerapan dari Hukum Newton 2.

Gaya Pada Gerak Lurus

Contoh:

Sebuah mobil melaju dengan kecepatan 20 m/s. suatu ketika mobil tersebut direm hingga 2 detik kemudian kecepatannya berkurang menjadi 8 m/s. jika massa mobil 800 kg, besarnya gaya yang dikerahkan oleh rem adalah . . .

Dik:

$$V_1 = 20 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 2 \text{ m/s}$$

$$T = 2 \text{ s}$$

Dit:

$$F = \dots ?$$

Jawab:

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t}$$

$$a = \frac{8 - 20}{2}$$

$$a = -6 \text{ m/s}^2$$

Pertama, hitung dulu besar perlambatannya, yaitu percepatan yang nilainya negatif

Setelah didapat besar perlambatannya, baru dapat dihitung besar gayanya.

$$F = m \cdot a$$

$$F = 800 \cdot (-6)$$

$$F = -4800 \text{ N}$$

Jadi, besarnya gaya yang dikerahkan rem mobil adalah 4800 N, tanda minus (-) menunjukkan arah gaya berlawanan dengan arah gerak mobil

Gaya Pada Gerak Melingkar

Gaya juga muncul pada benda yang bergerak melingkar. Misalnya saat kita menaiki kendaraan yang sedang melaju, saat kendaraan tersebut berbelok ke kanan maka kita tubuh kita akan merasakan seolah-olah terdorong kearah kiri, hal ini disebabkan karena tubuh kita mengalami gaya **sentrifugal**, yaitu gaya yang timbul akibat gerak melingkar yang arahnya menjauhi pusat lintasan.

Suatu system yang bergerak melingkar akan berusaha untuk mempertahankan posisinya untuk tetap bergerak melingkar. Karena itu gaya sentrifugal yang terjadi akan dilawan dengan melakukan gaya yang berlawanan arah dengan gaya sentrifugal. Gaya tersebut dinamakan gaya **sentripetal**, yaitu gaya yang terjadi pada benda bergerak melingkar yang arahnya menuju ke pusat lintasan.

Besarnya gaya sentripetal dapat dihitung dengan persamaan:

$$F_s = m \cdot a_s$$

$$a_s = \frac{v^2}{r}$$

$$a_s = \omega^2 \cdot r$$

F_s = gaya sentripetal = gaya sentrifugal (N)

a_s = percepatan sentripetal = percepatan sentrifugal (m/s^2)

v = kecepatan linier (m/s)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

r = jari-jari (m)

LATIHAN GAYA DAN GERAK

1. Sebuah mobil bergerak pada lintasan lurus dengan kecepatan 60 km/jam. Karena ada rintangan, sopir menginjak pedal rem sehingga mobil mendapatkan perlambatan 8 m/s^2 . berapa jarak yang masih ditempuh mobil sejak pengereman dilakukan?
 - a. 16,36 m
 - b. 17,36 m
 - c. 18,36 m
 - d. 19,36 m
 - e. 21,36 m

2. Sebuah balok kayu bermassa 2 kg ($g=10\text{m/s}^2$) ditempatkan diatas meja. Tentukan besarnya gaya normal yang dialami balok jika ditekan vertical dengan gaya 20 N.
 - a. 10 N
 - b. 20 N
 - c. 30 N
 - d. 40 N
 - e. 50 N

3. Diatas sebuah meja yang datar diletakkan balok kayu bermassa 1 kg. mula-mula balok bergerak dengan kecepatan 4 m/s. sebuah gaya yang besarnya tetap dan searah dengan arah gerak benda bekerja pada balok tersebut. Setelah menempuh jarak 3 m

- kecepatan balok menjadi 10 m/s.
tentukan besar gaya yang bekerja.
- 14 N
 - 15 N
 - 16 N
 - 17 N
 - 18 N
4. Sebuah benda bermassa 100 g bergerak melingkar beraturan dengan kelajuan 3 m/s. jika jari-jari lingkaran 40 cm, hitunglah gaya sentripetal yang dialami oleh benda tersebut.
- 2,25 N
 - 3 N
 - 3,5 N
 - 2 N
5. Seutas tali panjangnya 1 meter mampu menahan gaya maksimum 20 N. sebuah cincin bermassa 50 gr diikat dengan tali tersebut kemudian diputar diatas sebuah lantai licin. Tentukanlah kecepatan maksimum yang diperkenankan agar tali tidak putus.
- 10 m/s
 - 20 m/s
 - 30 m/s
 - 40 m/s
 - 50 m/s
6. Sebuah kotak yang massanya 10 kg mula-mula diam kemudian bergerak turun pada bidang miring yang membuat sudut 30° terhadap arah horizontal tanpa gesekan dan menempuh jarak 10 m sebelum sampai ke bidang datar. Kecepatan kotak pada akhir bidang miring jika percepatan gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$ adalah....
- 4,43 m/s
 - 44,3 m/s
 - 26,3 m/s
 - 9,9 m/s
 - 24 m/s

SOAL-SOAL LATIHAN

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan.
 - a. Jarak
 - b. Perpindahan
 - c. Laju
 - d. Kecepatan
 - e. Percepatan
 - f. Kecepatan sesaat

2. Tuliskan dan jelaskan isi dari
 - a. hukum Newton 1
 - b. hukum Newton 2

3. Sebuah sepeda roda depannya (A) berjari-jari 0.25 m dan roda depannya (B) berjari-jari 0.5. jika sepeda tersebut melaju dengan kecepatan 10 m/s. Maka
 - a. kecepatan sudut roda A
 - b. kecepatan sudut roda B
 - c. jika roda A berputar 400 kali, maka roda B berputar sebanyak . . .

4. Sebutkan masing-masing 3 contoh peristiwa Gerak Lurus Beraturan Dan Gerak Lurus Berubah Beraturan!

5. Sebuah kereta api melaju dengan kecepatan tetap 80 km/jam. a) Berapa lama kereta api itu bergerak untuk menempuh jarak 100 km? b) Berapa jarak yang ditempuh oleh kereta api itu setelah melaju selama 20 menit?

6. Sebuah kotak ditarik dengan gaya 100 N. Jika kotak tersebut mengalami gaya gesek yang besarnya 60 N dan bergerak dengan percepatan 2 m/s^2 , berapa besar massa kotak tersebut?

7. Suatu mobil melaju dengan kecepatan 150 m/s. Direm dengan gaya F selama 10 s dan kecepatannya menjadi 50 m/s. Jika massa mobil tersebut 800 kg, berapa besar gaya F ?

BAB 3

GERAK TRANSLASI, GERAK ROTASI, DAN KESEIMBANGAN BENDA TEGAR

STANDAR KOMPETENSI

- Menerapkan gerak translasi, rotasi, dan keseimbangan benda tegar

KOMPETENSI DASAR

- Menguasai konsep gerak translasi dan rotasi
- Menguasai konsep keseimbangan benda tegar
- Menghitung gerak translasi dan rotasi
- Menghitung keseimbangan benda tegar

A. GERAK TRANSLASI DAN ROTASI

Gerak rotasi yaitu gerak dalam arah melingkar. Pada gerak rotasi, besaran posisi dituliskan dalam sudut. Untuk membedakan gerak translasi dengan gerak rotasi, Gerak translasi biasanya disebut gerak **Linier**, sedangkan gerak rotasi disebut gerak **Anguler** yang artinya sudut.

Hubungan antara besaran dalam gerak translasi dengan gerak rotasi:

No	Nama Besaran	Dalam Gerak Translasi	Dalam Gerak Rotasi	Hubungan Kedua Besaran
1	Jarak	Jarak linier (x)	Sudut (Θ)	$\theta = \frac{x}{r}$
2	Kecepatan	Kecepatan linier (v)	Kecepatan anguler (ω)	$\omega = \frac{v}{r}$
3	Percepatan	Percepatan linier (a)	Percepatan anguler (α)	$\alpha = \frac{a}{r}$
4	massa	Massa (m)	Momen Inersia (I)	$I = m \cdot r^2$ (untuk benda titik berputar pada jari-jari r)
5	Gaya	Gaya (F)	Torsi (τ)	$\tau = F \cdot r$

r : jari-jari (m)

LATIHAN GERAK TRANSLASI DAN ROTASI

1. Sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 25 m/s mengitari suatu halaman berbentuk lingkaran berjari-jari 10 m. Besar kecepatan sudut yang dialami mobil tersebut adalah
 - A. 250 rad/s
 - B. 50 rad/s
 - C. 15 rad/s
 - D. 2.5 rad/s
 - E. 0.4 rad/s

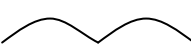




2. Roda suatu sepeda berputar dengan kecepatan sudut 15 rad/s selama 3 detik. Jika jari-jari roda sepeda tersebut 20 cm, jarak yang telah ditempuh oleh sepeda adalah . . .
 - A. 3 m
 - B. 5 m
 - C. 9 m
 - D. 18 m
 - E. 45 m

3. Sebuah motor bergerak berputar mengelilingi suatu halaman dengan kecepatan 30 m/s . Jika kecepatan sudutnya 6 rad/s , jari-jari lintasannya adalah
 - A. 5 m
 - B. 6 m
 - C. 18 m
 - D. 36 m
 - E. 180 m

4. Sebuah sepeda roda depannya berjari-jari 30 cm dan roda belakangnya berjari-jari 20 cm. Jika roda depannya berputar dengan kecepatan 60 rad/s , maka kecepatan sudut roda belakangnya adalah . . .
 - A. 2 rad/s
 - B. 3 rad/s
 - C. 40 rad/s
 - D. 90 rad/s
 - E. 110 rad/s

5. Besaran berikut hanya dimiliki oleh benda bergerak lurus, kecuali . . .
 - A. jarak
 - B. sudut
 - C. kecepatan
 - D. perpindahan
 - E. percepatan

6. Andi menaiki kemudi putar yang berputar dengan kecepatan sudut 25 rad/s . Jika jari-jari kemudi putar tersebut 6 m, maka Andi akan merasa seperti menaiki kendaraan yang bergerak dengan kecepatan
 - A. 150 m/s
 - B. 31 m/s
 - C. 19 m/s
 - D. 6 m/s
 - E. $4,2 \text{ m/s}$

7. Sebuah roda berputar dengan kecepatan sudut awal 20 rad/s, kemudian di rem dan ternyata setelah 5 sekon kecepatan sudutnya menjadi 5 rad/s. Berapakah waktu semenjak di rem hingga berhenti ...
- $1\frac{2}{3}$ sekon
 - 4,5 sekon
 - $6\frac{2}{3}$ sekon
 - $2\frac{2}{3}$ sekon
 - 6 sekon
8. Lintasan pentil sebuah ban motor bergerak dalam bidang datar dengan arah yang lurus sesuai dengan ...
- 
 - 
 - 
 - 
 - 
9. Sebuah motor balap melaju di sirkuit yang berbentuk melingkar dengan kecepatan 120 m/s. Jika jari-jari lintasan gerakannya adalah 20 m, besar kecepatan sudutnya adalah ...
- 2 rad/s
 - 4 rad/s
 - 6 rad/s
 - 8 rad/s
 - 10 rad/s
10. Sebuah roda berputar dengan kecepatan sudut awal 20 rad/s kemudian direm dan ternyata setelah 5 sekon, kecepatan sudutnya menjadi 5 rad/s. Maka lama waktu yang diperlukan roda sejak direm hingga berhenti adalah
- $\frac{10}{3}$ sekon
 - $\frac{17}{3}$ sekon
 - $\frac{20}{3}$ sekon
 - $\frac{14}{2}$ sekon
 - $\frac{15}{2}$ sekon

11. Sebuah roda kendaraan berjari-jari 30 cm melaju dengan kecepatan 10 m/s. Roda kendaraan tersebut dalam satu detik berputar sebanyak . . .
12. Rezi berlari melintasi tepi suatu lapangan berbentuk lingkaran berjari-jari 20 m. jika panjang lintasan yang ditempuh rezi adalah 100 m, maka sudut yang telah ditempuh rezi adalah . . .
13. Suatu sepeda jari-jari gearnya 8 cm dan jari-jari tepi rodanya 24 cm. jika gear roda tersebut diputar sebanyak 2 putaran, maka jarak yang ditempuh sepeda tersebut adalah

B. DINAMIKA GERAK ROTASI

1. Momen Gaya Atau Torsi (τ)

Gaya pada gerak melingkar atau gerak rotasi dinamakan **Momen Gaya** atau **Torsi**. Torsi termasuk besaran vector yang arahnya tegak lurus dengan arah gaya dan juga tegak lurus dengan arah perpanjangan jarak.

Besarnya torsi dirumuskan:

$$\tau = \vec{F} \times \vec{r}$$

Atau dapat juga ditulis:

$$\tau = F \cdot r \cdot \sin(\theta)$$

Jika arah F tegak lurus arah r, maka persamaan di atas menjadi:

$$\tau = F \cdot r$$

τ : torsi (Nm)

F : gaya (N)

r : jari-jari (m)

θ : sudut antara arah gaya dengan perpanjangan jari-jari

Jika dihubungkan dengan momen inersia, besarnya torsi dapat juga ditulis:

$$\tau = I \cdot \alpha$$

I : momen inersia (kg m^2)

α : percepatan anguler (rad/s^2)

2. Momen Inersia Atau Kelebaman (I)

Momen inersia atau kelembaman adalah massa pada benda bergerak melingkar, yaitu kecenderungan benda untuk mempertahankan keadaannya.

Besarnya momen inersia suatu titik bermassa m yang berputar mengelilingi suatu titik berjarak r adalah:

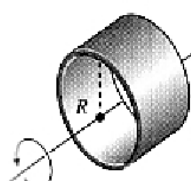
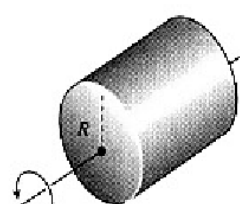
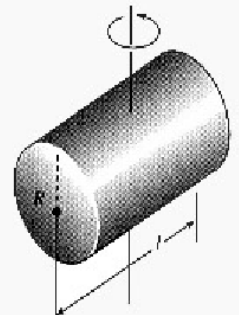
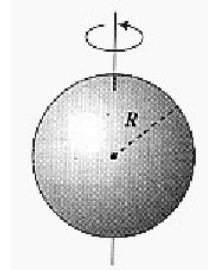
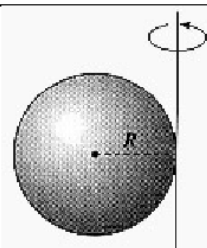
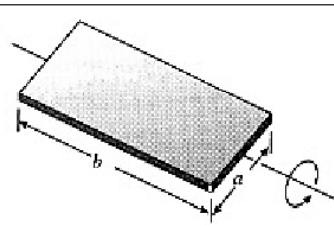
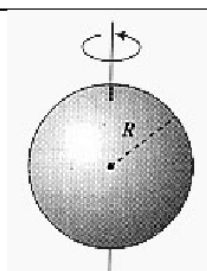
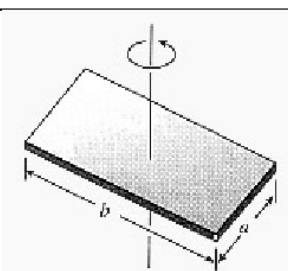
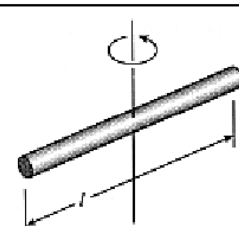
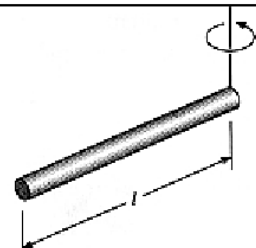
$$I = m r^2$$

Sedangkan besarnya momen inersia benda yang berputar dengan poros pada titik berjarak d dari pusat massa benda tersebut adalah:

$$I = I_p + m d^2$$

I_p : momen inersia pada pusat massa

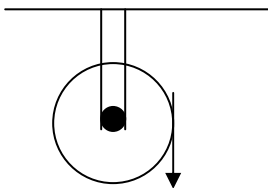
Besarnya momen inersia pada tiap benda berbeda-beda tergantung dari bentuk benda dan poros putaran benda tersebut.

Momen Inersia Beberapa benda	
1	 <p>Silinder tipis berongga poros melalui sumbu silinder $I = MR^2$</p>
2	 <p>silinder pejal, poros melalui sumbunya $I = \frac{1}{2}MR^2$</p>
3	 <p>Silinder pejal, poros seperti tampak pada gambar $I = \frac{1}{4}MR^2 + \frac{1}{12}Ml^2$</p>
4	 <p>Bola pejal, poros seperti melalui diameter $I = \frac{2}{5}MR^2$</p>
5	 <p>Bola pejal, poros tampak pada gambar $I = \frac{5}{7}MR^2$</p>
6	 <p>Lempeng tipis, poros melalui tepi $I = \frac{1}{12}Ma^2$</p>
7	 <p>Bola berongga, poros seperti melalui diameter $I = \frac{2}{3}MR^2$</p>
8	 <p>Lempeng tipis, porong melalui pusat sumbu tegak $I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)$</p>
9	 <p>Batang silinder, poros melalui pusat $I = \frac{1}{12}Ml^2$</p>
10	 <p>Batang silinder, poros melalui ujung $I = \frac{1}{3}Ml^2$</p>

LATIHAN DINAMIKA GERAK ROTASI

1. Gagang sebuah pintu yang didorong dengan gaya 10 N. Jika jarak antara engsel pintu dan gagang pintu 70 cm, besar momen gaya yang terjadi adalah
 - A. $\frac{1}{7}$ Nm
 - B. 7 Nm
 - C. 60 Nm
 - D. 70 Nm
 - E. 700 Nm
2. Suatu baling-baling berputar dan menghasilkan momen gaya sebesar 100 Nm. Jika pada bagian tepi baling-baling yang berjarak 50 cm membentur sebuah benda, maka gaya yang diterima oleh benda tersebut adalah
 - A. 2 N
 - B. 50 N
 - C. 100 N
 - D. 150 N
 - E. 200 N
3. Ali berhasil mengail ikan bermassa 300 gram dengan alat pancingnya. Jika panjang alat pancing yang digunakan Ali 1,5 m, besar momen gaya yang harus dikerahkan Ali untuk mengangkat ikan tersebut adalah . . .
 - A. 1,8 Nm
 - B. 4,5 Nm
 - C. 18 Nm
 - D. 22,5 Nm
 - E. 24 Nm
4. Sebuah bola pejal bila diputar dengan sumbu putar pada salah satu sisinya adalah ...
 - A. $\frac{1}{5} MR^2$
 - B. $\frac{5}{7} MR^2$
 - C. MR^2
 - D. $\frac{7}{5} MR^2$
 - E. $\frac{9}{5} MR^2$
5. Seseorang memutar 2 buah gasin secara bersamaan. Gasin berputar dengan kecepatan sudut ω_1 dan ω_2 , sedangkan jari-jarinya $R_1 > R_2$, Pernyataan yang benar adalah

- A. $\omega_1 > \omega_2$
 B. $\omega_1 = \omega_2$
 C. $\omega_1 \leq \omega_2$
 D. $\omega_1 \geq \omega_2$
 E. $\omega_1 < \omega_2$
6. Besaran yang merupakan perkalian antara gaya dengan jarak titik terhadap gaya disebut
 A. benda tegar
 B. massa benda
 C. momen gaya
 D. momen inersia
 E. rotasi benda
7. Sebuah batang diputar dengan sumbu putar terletak pada jarak $\frac{1}{3}$ dari salah satu ujungnya. Bila massa batang M dan panjang batang L , maka momen inersianya adalah
 A. $\frac{1}{2} ML^2$
 B. $\frac{1}{6} ML^2$
 C. $\frac{1}{9} ML^2$
 D. $\frac{1}{3} ML^2$
 E. $\frac{1}{7} ML^2$
8. Sebuah katrol pada gambar di bawah ini (jari-jari R) ditarik pada pinggirnya dengan gaya F , maka torsiya ...



- A. $\tau = F \times \ell$
 B. $\tau = F \times r$
 C. $\tau = F \cdot \ell \sin \theta$
 D. $\tau = F \cdot \ell \sin \alpha$
 E. semua salah

C. KESEIMBANGAN BENDA TEGAR

Seimbang berarti resultan gaya yang bekerja pada sistem atau benda tersebut nol (0). Yang dimaksud keseimbangan benda tegar yaitu sistem atau benda tersebut dalam keadaan seimbang dalam hal gerak translasi maupun gerak rotasi. Secara matematis, dituliskan:

Keseimbangan translasi $\rightarrow \sum F = 0; \quad \sum F_x = 0; \quad \sum F_y = 0$

Keseimbangan rotasi $\rightarrow \sum \tau = 0$

Menghitung Keseimbangan Benda Tegar

contoh soal

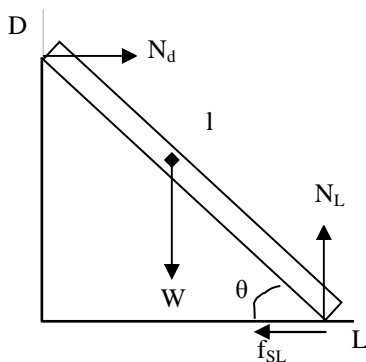
sebuah batang kayu yang panjangnya l dan beratnya W tergeletak pada posisi pada gambar dibawah

jika $\theta = 53^0$, dinding licin, koefisien gesek benda dengan lantai μ . Tentukan besarnya μ agar benda tersebut seimbang !

Penyelesaian

Untuk menyelesaikan permasalahan diatas, lakukanlah langkah-langkah berikut:

1. lukislah komponen gaya-gaya yang berkerja pada benda tersebut terhadap lantai dan dinding



- Nd = normal benda terhadap dinding
- Nl = normal benda terhadap lantai
- Fs = gaya gesek antara benda dengan lantai
- W = berat benda (terpusat pada bagian tengah benda)

2. selesaikan komponen gaya-gaya yang saling sejajar dan berlawanan arah untuk menentukan keseimbangan

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ N_d - f_{sL} &= 0 \\ N_d - \mu_l \cdot N_l &= 0 \\ N_d &= N_l \cdot \mu_l \dots\dots\dots (i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ N_l - W &= 0 \\ N_l &= W \dots\dots\dots (ii) \end{aligned}$$

$$\sum \tau = 0$$

$$W \cdot \frac{1}{2} \cdot l \cdot \cos(\theta) - N_d \cdot l \cdot \sin(\theta) = 0$$

$$N_d = \frac{\frac{1}{2} \cdot W \cdot l \cdot \cos(\theta)}{l \cdot \sin(\theta)}$$

$$N_d = \frac{1}{2} W \frac{\cos(\theta)}{\sin(\theta)} \dots\dots\dots (iii)$$

dari persamaan (i) dan persamaan (ii) dihasilkan

$$W \cdot \mu_l = \frac{1}{2} \cdot W \cdot \frac{\cos(\theta)}{\sin(\theta)}$$

$$\mu_l = \frac{1}{2} \cdot \frac{\cos(\theta)}{\sin(\theta)}$$

4. Momentum Sudut (L)

Besarnya Momentum Sudut dapat ditentukan dengan persamaan:

$$L = I \cdot \omega$$

Hukum Kekekalan Momentum Sudut

$$L_1 = L_2$$

$$I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2$$

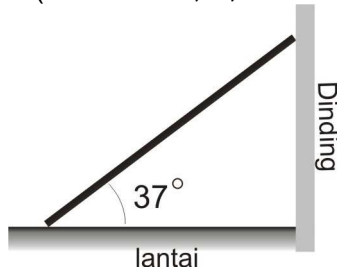
L : momentum sudut

I : momen inersia

ω : kecepatan sudut

LATIHAN KESETIMBANGAN BENDA TEGAR

1. Sebuah batang kayu yang panjangnya 4 m dan massanya 8 kg diletakkan bersandar pada dinding seperti pada gambar. Jika permukaan lantai dan permukaan dinding licin, maka batang kayu tersebut akan meluncur dan menghasilkan momen gaya yang besarnya . . .
 . ($\sin 37 = 0,6$; $\cos 37 = 0,8$)



- A. 256 Nm
 B. 200 Nm
 C. 128 Nm
 D. 96 Nm
 E. 48 Nm
2. Silinder pejal dilepaskan pada bidang miring kasar, sehingga silinder tersebut menggelinding ke bawah dengan sudut miring 30° . Maka percepatan yang dialami silinder ($g = 10 \text{ m/s}^2$) adalah ...
- A. 1 m/s^2
 B. $2,5 \text{ m/s}^2$
 C. 4 m/s^2
 D. $1,5 \text{ m/s}^2$
 E. $3,3 \text{ m/s}^2$
3. Sebuah bola pejal, massa 4 kg, jari-jari 8 cm, menggelinding sempurna menurut bidang miring, sudut miring bidang 45° . Maka besar percepatan linier benda adalah ... ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
- A. 2,52 m/s
 B. 5,05 m/s
 C. 6,50 m/s
 D. 3,35 m/s
 E. 6,05 m/s

D. TITIK BERAT

Titik berat adalah titik pada suatu benda dimana gaya berat benda terkonsentrasi paling besar pada titik tersebut. Umumnya titik berat benda berada pada pusat benda atau bagian tengah benda tersebut, tapi tidak selalu seperti itu.

Koordinat titik berat benda homogen dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$X_0 = \frac{\sum x_n A_n}{\sum A_n} ; Y_0 = \frac{\sum y_n A_n}{\sum y_n}$$

X_0 : koordinat titik berat sumbu-x

Y_0 : koordinat titik berat sumbu-y

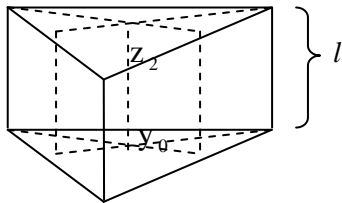
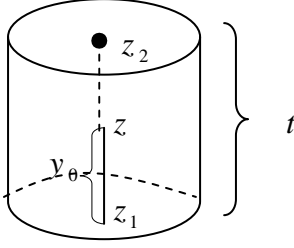
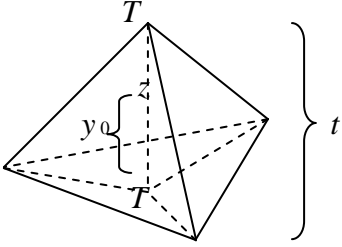
x_n : jarak sumbu-x titik pusat massa benda ke-n

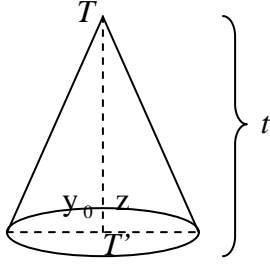
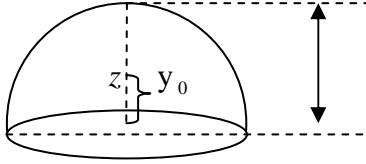
y_n : jarak sumbu-y titik pusat massa benda ke-n

A_n : luas benda ke-n

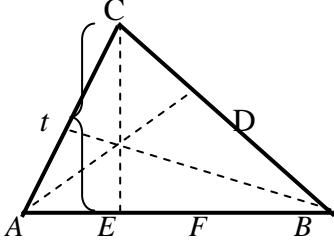
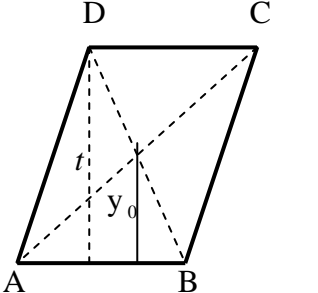
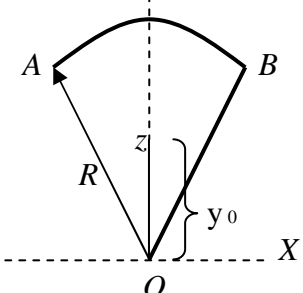
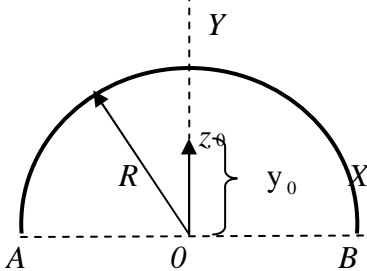
Benda homogen adalah benda yang besar massanya tiap titik bagian benda tersebut sama besarnya.

Titik berat benda pejal homogen berdimensi tiga

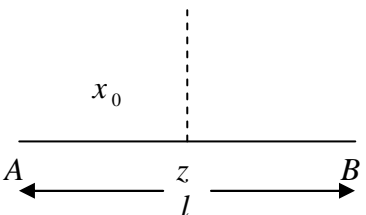
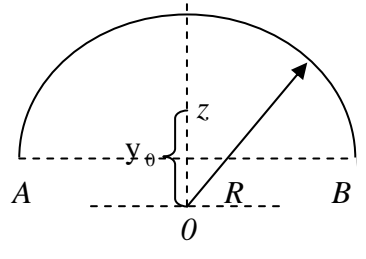
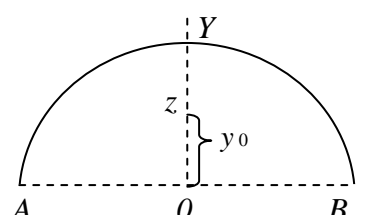
Nama benda	Gambar benda	Letak titik berat
1. Prisma pejal		$y_0 = \frac{1}{2} l$ z_1 = titik berat bidang alas z_2 = titik berat bidang atas l = panjang sisi tegak
2. Silinder pejal		$y_0 = \frac{1}{2} t$ t = tinggi silinder
3. Limas pejal beraturan		$y_0 = \frac{1}{4} t$ t = tinggi limasberaturan $V = \text{luas alas} \times \frac{1}{3} \text{tinggi}$

<p>4. Kerucut pejal</p>		$y_0 = \frac{1}{4} t$ <p>t = tinggi kerucut V = luas alas x $\frac{1}{3}$ tinggi</p>
<p>5. Setengah bola pejal</p>		$y_0 = \frac{3}{8} R$ <p>R = jari-jari bola</p>

Titik berat bidang homogen berdimensi dua

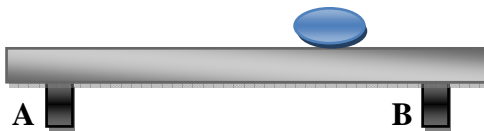
Nama benda	Gambar benda	Letak titik berat
<p>1. Segitiga</p>		$y_0 = \frac{1}{3} t$ <p>t = tinggi segitiga</p>
<p>2. Jajargenjang, belah ketupat, bujur sangkar, persegi panjang.</p>		$y_0 = \frac{1}{2} t$ <p>t = tinggi</p>
<p>3. Juring lingkaran</p>		$y_0 = \frac{2}{3} R \frac{\text{talibusur}AB}{\text{busur}AB}$ <p>R = jari-jari lingkaran</p>
<p>4. Setengah lingkaran</p>		$y_0 = \frac{4R}{3\pi}$ <p>R = jari-jari lingkaran</p>

Titik berat benda homogen berbentuk garis

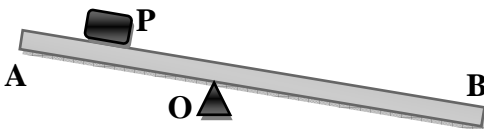
Nama benda	Gambar benda	Letak titik berat
1. Garis lurus		$x_0 = \frac{1}{2}l$ $z = \text{titik tengah garis}$
2. Busur lingkaran		$y_0 = R \times \frac{\text{talibusurAB}}{\text{busurAB}}$ $R = \text{jari-jari lingkaran}$
3. Busur setengah lingkaran.		$y_0 = \frac{2R}{\pi}$ $R = \text{jari-jari lingkaran}$

LATIHAN TITIK BERAT

- Sebuah balok kayu ditopang dengan penumpu A dan penumpu B pada bagian bawahnya seperti pada gambar. Di atasnya diletakkan sebuah benda yang beratnya 100 N. jika jarak posisi benda terhadap penumpu **A** 1,5 m dan terhadap penumpu **B** 0,5 m, massa balok dianggap nol, maka besarnya beban yang harus ditopang oleh masing-masing penumpu A dan penumpu B adalah ...



- Sebuah balok kayu **AB** panjangnya 4 m dan massanya 8 kg diposisikan dengan sebuah penumpu **O** dan beban **P** seperti pada gambar. Jika jarak **OB** 3 m, maka berapa jarak **OP** agar balok dalam posisi setimbang ...



SOAL – SOAL LATIHAN

1. Sebuah roda gerinda homogen mula-mula berotasi dengan kecepatan sudut 2 rad/s , setelah 2 detik kecepatan sudutnya menjadi 4 rad/s . Besarnya percepatan sudut putaran gerinda tersebut adalah . . .
2. Sebuah silinder pejal yang mula-mula diam, bergerak menggelinding dari puncak sebuah bidang miring. Saat berada di dasar bidang miring kelajuannya 4 m/s . Tentukanlah ketinggian bidang miring tersebut.
3. Sebuah bola pejal dengan berat 50 N dan jari-jari 0.1 m bergerak menggelinding dengan kelajuan 20 m/s . Tentukanlah energi kinetik total bola tersebut.
4. Seorang penari balet memiliki momen inersia 4 kg m^2 ketika lengannya merapat ke tubuhnya, dan 16 kg m^2 ketika lengannya terentang. Pada saat kedua lengannya dirapatkan ke tubuhnya, kelajuan putaran penari tersebut adalah 12 putaran/s . Jika kemudian kedua lengannya direntangkan, tentukanlah kelajuan putarannya.
5. Sebuah sepeda roda depannya (A) berjari-jari 0.25 m dan roda belakangnya (B) berjari-jari 0.5 m . Jika sepeda tersebut melaju dengan kecepatan 10 m/s . Maka
 - a. kecepatan sudut roda A
 - b. kecepatan sudut roda B
 - c. jika roda A berputar 400 kali, maka roda B berputar sebanyak . . .

BAB 4 USAHA DAN ENERGI

Standar Kompetensi:

1. Menerapkan konsep usaha, daya dan energi

Kompetensi Dasar:

2. Menguasai Konsep Usaha, Daya Dan Energi
3. Menguasai Hukum Kekekalan Energi
4. Menghitung Usaha, Daya Dan Energi

A. USAHA DAN DAYA

Usaha atau kerja (*work*) adalah suatu proses perubahan energi

$$W = F \cdot s$$

W = Usaha (joule)
F = gaya (Newton)
s = perpindahan (m)

Daya atau tenaga (power) adalah usaha yang dilakukan atau energi yang berubah tiap satuan waktu.

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

P = Daya (watt)
t = waktu (sekon)

Atau

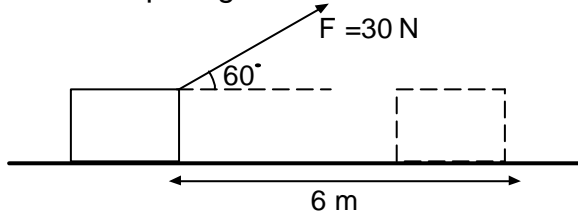
$$P = \frac{F \cdot s}{t}$$

LATIHAN USAHA DAN DAYA

1. Daya yang dikerahkan oleh sebuah benda yang melakukan usaha sebesar 1000 joule selama 4 detik adalah . . .
 - a. 400 watt
 - b. 250 watt
 - c. 1004 watt
 - d. 2008 watt
 - e. 4000 watt
2. Seorang atlet angkat besi mengangkat beban yang massanya 120 kg setinggi 2 m di atas permukaan tanah. Jika beban dipertahankan pada ketinggian tersebut selama 8 detik, besar daya yang dikerahkan oleh atlet tersebut adalah . . . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

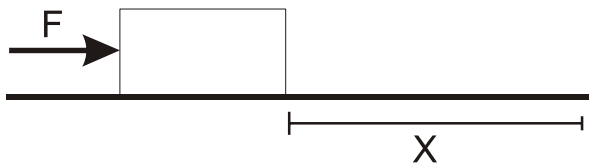
- a. 300 watt
- b. 2400 watt
- c. 3000 watt
- d. 12000 watt
- e. 19200 watt

3. Sebuah kotak ditarik dengan arah tarikan seperti gambar berikut.



besar usaha yang dilakukan untuk menarik kotak adalah . . . joule

- a. 15 joule
 - b. 30 joule
 - c. $30\sqrt{3}$ joule
 - d. 90 joule
 - e. $90\sqrt{3}$ joule
4. Sebuah motor harus mengerahkan gaya sebesar 5000 N untuk berpindah sejauh 10 m selama 5 s. Besarnya daya yang dimiliki motor tersebut adalah ...
- a. 50000 watt
 - b. 10000 watt
 - c. 25000 watt
 - d. 2500 watt
 - e. 100 watt
5. Perhatikan gambar berikut.

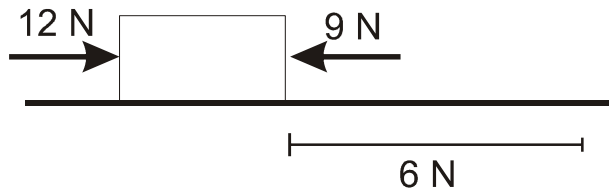


Sebuah kotak massanya 10 kg didorong dengan gaya F yang besarnya 15 N hingga kotak tersebut berpindah sejauh X . Jika X bernilai 5 m dan kotak terletak pada lantai yang licin, maka besarnya usaha yang dilakukan untuk mendorong kotak tersebut adalah . . .

- a. 25 joule
- b. 50 joule
- c. 75 joule
- d. 100 joule

e. 150 joule

6. Andi dan budi mendorong sebuah kotak dengan arah berlawanan seperti pada gambar. Jika andi mendorong dengan gaya 12 N, budi mendorong dengan gaya 9 N, massa kotak 40 kg, dan permukaan lantai licin, besar usaha yang terjadi setelah kotak berpindah sejauh 6 m adalah . .



- a. 9 joule
b. 12 joule
c. 18 joule
d. 54 joule
e. 72 joule

B. ENERGI

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha

1. Energi Potensial

Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh suatu objek akibat keadaannya atau kedudukannya

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

E_p = energi potensial (joule)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi
(m/s^2)

h = ketinggian benda

E_k = energi kinetik (joule)

v = kecepatan gerak benda

2. Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda karena geraknya.

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

3. Energi Mekanik

Energi mekanik adalah jumlah energi potensial dan energi kinetik

$$E_m = E_p + E_k$$

$$E_m = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

4. Hubungan Energi Dengan Usaha

Usaha merupakan perubahan besar suatu bentuk energi.

a. Usaha Adalah Perubahan Energi Potensial

$$W = \Delta Ep$$

$$W = Ep_2 - Ep_1$$

$$W = m \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$

ΔEp = perubahan energi potensial (joule)

ΔEk = perubahan energi kinetik (joule)

Ek_1 = energi kinetik awal (joule)

Ek_2 = energi kinetik akhir (joule)

Ep_1 = energi potensial awal (joule)

Ep_2 = energi potensial akhir (joule)

b. Usaha Adalah Perubahan Energi Kinetik

$$W = \Delta Ek$$

$$W = Ek_2 - Ek_1$$

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

LATIHAN ENERGI

1. Sepeda massanya 40 kg melaju dengan kecepatan 4 m/s. Agar kecepatannya bertambah menjadi 10 m/s, diperlukan usaha sebesar
 - a. 160 joule
 - b. 240 joule
 - c. 400 joule
 - d. 720 joule
 - e. 1600 joule
2. Seorang petugas PLN massa tubuhnya 60 kg berada pada ketinggian 2 m di suatu tiang listrik. Jika orang tersebut naik ke ketinggian 5 m, besar usaha yang harus dilakukan adalah . . . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)
 - a. 1800 joule
 - b. 2000 joule
 - c. 3000 joule
 - d. 5000 joule
 - e. 6000 joule
3. Sebuah tanki penampung air terletak pada ketinggian 8 m. Jika massa tanki beserta isinya 1200 kg, besarnya energi potensial tanki tersebut adalah . . . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

-
- a. 24 joule
 - b. 48 joule
 - c. 96000 joule
 - d. 98000 joule
 - e. 112000 joule
4. Rahmat mengendarai sepeda motor dengan kecepatan 40 m/s. Jika massa tubuh Rahmat dengan motornya 250 kg, besarnya energi kinetik yang dihasilkan adalah . . .
- a. 10000 joule
 - b. 25000 joule
 - c. 100000 joule
 - d. 150000 joule
 - e. 200000 joule
5. Mobil yang massanya 1000 kg, jika bergerak dengan kecepatan 5 m/s akan memiliki energi kinetik sebesar
- a. 1000 joule
 - b. 5000 joule
 - c. 10000 joule
 - d. 12500 joule
 - e. 500000 joule
6. Suatu buah kelapa berada di atas pohon yang tingginya 12 m dari permukaan tanah. Jika massa kelapa tersebut 0.2 kg dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 , besarnya energi potensial yang dimiliki kelapa tersebut adalah . . .
- a. 10 joule
 - b. 12 joule
 - c. 20 joule
 - d. 24 joule
 - e. 30 joule

C. HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK

Besarnya energi mekanik yang dimiliki oleh suatu benda selalu sama. Atau dapat dituliskan:

$$Em_1 = Em_2$$

$$m \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 = m \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} m \cdot v_2^2$$

m = masa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (kg m / s²)

h₁ = ketinggian benda 1 (m)

v₁ = kecepatan gerak benda 1 (m/s)

h₂ = ketinggian benda 2 (m)

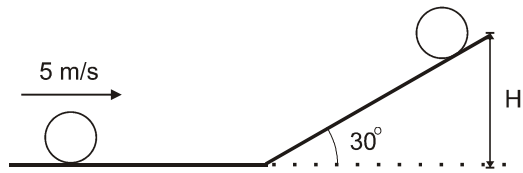
v₂ = kecepatan gerak benda 2 (m/s)

LATIHAN HUKUM KEKALKAN ENERGI MEKANIK

1. Sebuah batu dijatuhkan ke air dari ketinggian 8 m di atas permukaan air. Jika massa batu tersebut 0.3 kg dan percepatan gravitasi 10 m/s², besar kecepatan gerak batu saat menyentuh permukaan air adalah . . .
 - a. 4 m/s
 - b. $4\sqrt{10}$ m/s
 - c. 10 m/s
 - d. 20 m/s
 - e. 24 m/s

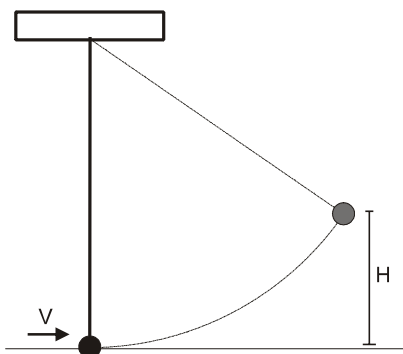
2. Seekor katak massanya 50 gram melompat ke arah vertikal dengan kecepatan 2 m/s. Ketinggian maksimum yang akan dicapai katak tersebut adalah . . . (g = 10 m/s)
 - a. 0.1 m
 - b. 0.2 m
 - c. 0.3 m
 - d. 0.4 m
 - e. 0.5 m

3. Sebuah benda massanya 100 gram meluncur pada lintasan menanjak seperti pada gambar hingga berhenti



pada ketinggian H . Jika benda tersebut tidak mengalami gesekan, ketinggian H adalah ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- 1.00 m
 - 1.25 m
 - 1.50 m
 - 1.75 m
 - 2.00 m
4. Diding mengendarai motornya dengan kecepatan 60 m/s, untuk menambah kecepatannya menjadi 80 m/s, diperlukan usaha sebesar (massa Diding dan motornya 200 kg)
- 120000 joule
 - 160000 joule
 - 180000 joule
 - 260000 joule
 - 280000 joule
5. Sebuah benda massanya 1 kg tergantung pada suatu tali sepanjang 1 m seperti pada gambar.

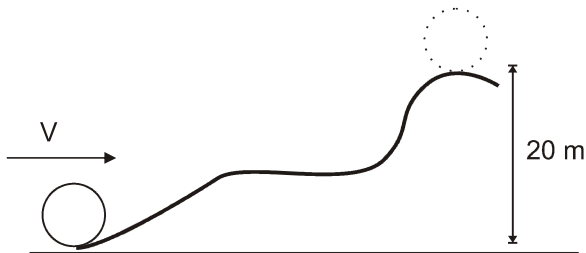


Jika benda tersebut didorong dalam arah mendatar hingga bergerak dengan kecepatan mula-mula 6 m/s, maka benda tersebut akan berayun hingga mencapai ketinggian . . .

- 1.2 m
- 1.8 m
- 2.0 m

- d. 2.4 m
- e. 3.2 m

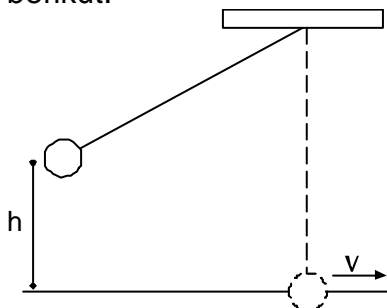
6. Sebuah benda bergerak pada bidang licin menanjak seperti pada gambar. Agar benda dapat mencapai ketinggian 20 m, besarnya kecepatan V haruslah paling kecil sebesar . . . ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



- a. 5 m/s
- b. 18 m/s
- c. $18\sqrt{2}$ m/s
- d. 20 m/s
- e. 22 m/s

SOAL – SOAL LATIHAN

1. Sebuah kotak ditarik dengan gaya 100 N. Jika kotak tersebut mengalami gaya gesek yang besarnya 60 N dan bergerak dengan percepatan 2 m/s^2 , berapa besar massa kotak tersebut?
2. sebuah bandul di dorong hingga mencapai ketinggian h kemudian dilepaskan hingga bergerak dengan kecepatan v seperti pada gambar berikut.



Jika besar h adalah 1 m, massa bandul 1.5 kg, dan percepatan

BAB 5

MOMENTUM DAN IMPULS

STANDAR KOMPETENSI

- Menerapkan konsep impuls dan momentum

KOMPETENSI DASAR

- Mengenali jenis tumbukan
 - Menguasai konsep impuls dan hukum kekekalan momentum
 - Menerapkan hubungan impuls dan momentum dalam perhitungan
-

A. MOMENTUM

Momentum merupakan suatu besaran yang dimiliki oleh benda yang memiliki massa dan bergerak

Momentum ialah: Hasil kali massa sebuah benda dengan kecepatan.

$$P = m \cdot v$$

P : momentum (kg m/s)

m : massa (kg)

v : kecepatan (m/s)

Momentum termasuk besaran vektor yang arahnya searah dengan kecepatannya.

Satuan dari momentum adalah kg m/s

LATIHAN MOMENTUM

1. Sebuah mobil sedan bermassa 800 kg bergerak ke kanan dengan kecepatan 10 m/s. Maka momentum mobil A adalah ...
 - A. 6×10^3 N.s
 - B. 8×10^3 N.s
 - C. 1×10^4 N.s
 - D. 7×10^3 N.s
 - E. 8×10^3 N.s

2. Sebuah mobil massanya 800 kg. Melaju dengan momentum 2000 kg m/s. Kecepatan gerak mobil tersebut adalah . .
 - A. 160 m/s
 - B. 40 m/s
 - C. 16 m/s
 - D. 4 m/s
 - E. 2.5 m/s

3. Sebuah motor dengan pengendaranya mempunyai massa 150 kg. Jika bergerak dengan kecepatan 144 km/jam, besar momentumnya adalah . . .
 - A. 144 kg m/s
 - B. 150 kg m/s
 - C. 1440 kg m/s
 - D. 5000 kg m/s
 - E. 6000 kg m/s

4. Sebuah balok kayu meluncur dilantai licin dengan kecepatan 24 m/s. Jika momentum balok kayu tersebut 120 kg m/s, besar massa balok kayu adalah . . .
 - A. 100 kg
 - B. 24 kg
 - C. 48 kg
 - D. 5 kg
 - E. 96 kg

5. Sebuah benda bermassa 2 kg jatuh bebas dari suatu ketinggian 80 m di atas tanah. Besarnya momentum benda ketika sampai di permukaan tanah adalah
 - A. 25 N.s
 - B. 65 N.s
 - C. 80 N.s
 - D. 50 N.s
 - E. 70 N.s

6. Andi massanya 60 kg melompat ke perahu yang diam dan massanya 180 kg. Jika sesaat sebelum menginjak perahu, kecepatan gerak horizontal andi 12 m/s, besar kecepatan gerak perahu dan Andi sesaat setelah andi menginjak perahu adalah . . .
 - A. 0.5 m/s
 - B. 0.8 m/s
 - C. 1.0 m/s
 - D. 1.5 m/s
 - E. 3.0 m/s

B. HUKUM KEKALKAN MOMENTUM

“Jumlah besar momentum sebelum tumbukan sama dengan jumlah besar momentum setelah tumbukan”

$$\boxed{\sum P = \sum P'}$$

Atau

$$\boxed{m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'}$$

P : jumlah momentum mula-mula (kg m/s)

P' : jumlah momentum setelah tumbukan (kg m/s)

m_1 : massa benda 1 (kg)

m_2 : massa benda 2 (kg)

v_1 : kecepatan gerak benda 1 sebelum tumbukan (m/s)

v_2 : kecepatan gerak benda 2 sebelum tumbukan (m/s)

v_1' : kecepatan gerak benda 1 setelah tumbukan (m/s)

v_2' : kecepatan gerak benda 2 setelah tumbukan (m/s)

LATIHAN HUKUM KEKALKAN MOMENTUM

1. Peluru dengan massa 10 gram dan kecepatan 1000 m/s mengenai dan menembus sebuah balok dengan massa 100 kg yang diam di atas bidang datar tanpa gesekan. Kecepatan peluru setelah menembus balok 100 m/s. kecepatan balok karena tertembus peluru ...
 - A. 0,09 m/s
 - B. 0,9 m/s
 - C. 9 m/s
 - D. 90 m/s
 - E. 900 m/s
2. Sebuah senapan dapat menembakkan peluru dengan kecepatan 250 m/det. Bila massa senapan 5 kg dan massa peluru 10 gram, berapa besar kecepatan senapan terdorong ke belakang ...
 - A. 4 m/det
 - B. 2,5 m/det
 - C. 0,5 m/det
 - D. 3 m/det
 - E. 1,5 m/det

3. Sebuah peluru massanya 30 gr ditembakkan dengan kecepatan 200 m/s ke sebuah kayu yang massanya 9.07 kg. jika peluru masuk ke kayu, besarnya kecepatan kayu setelah ditembak adalah . . .
 - a. 0.3 m/s
 - b. 0.6 m/s
 - c. 0.9 m/s
 - d. 1.2 m/s
 - e. 1.5 m/s

4. Sebuah senapan dapat menembakkan peluru dengan kecepatan 200 m/det. Bila massa senapan 5 kg dan massa peluru 10 gram, berapa besar kecepatan senapan terdorong ke belakang ...
 - a. 0.4 m/det
 - b. 2,5 m/det
 - c. 0,5 m/det
 - d. 3,0 m/det
 - e. 1,5 m/det

5. Sebuah balok bermassa 4 kg dalam keadaan diam ditembak dengan sebutir peluru bermassa 0,2 kg, sehingga peluru bersarang di dalam balok. Jika kecepatan peluru dan balok 10 m/s, Kecepatan peluru sebelum mengenai balok adalah . .
 - a. 40 m/s
 - b. 200 m/s
 - c. 210 m/s
 - d. 320 m/s
 - e. 400 m/s

C. TUMBUKAN

Tumbukan yaitu peristiwa dimana dua buah atau lebih benda bergerak dengan arah lintasan gerak saling berpotongan satu sama lain. Singkatnya, dalam kehidupan sehari-hari, tumbukan serupa dengan tabrakan.

Terdapat 3 jenis tumbukan, yaitu:

1. **Tumbukan Lenting Sempurna ($e = 1$)**
2. **Tumbukan Lenting Sebagian ($0 < e < 1$)**
3. **Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali ($e = 0$)**

e adalah koefisien restitusi yang dihitung dengan rumus:

$$e = -\frac{(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1}$$

v_1 = kecepatan gerak benda 1 sebelum bertumbukan (m/s)

v_2 = kecepatan gerak benda 2 sebelum bertumbukan (m/s)

v_1' = kecepatan gerak benda 1 setelah bertumbukan (m/s)

v_2' = kecepatan gerak benda 2 setelah bertumbukan (m/s)

1. Tumbukan Lenting Sempurna

Dalam peristiwa tumbukan lenting sempurna, benda setelah bertumbukan memantul sempurna dengan kecepatan yang sama besarnya dengan kecepatan sebelum bertumbukan.

Pada tumbukan lenting sempurna berlaku:

- Hukum kekekalan momentum
- Koefisien restitusi (e) = 1
- Hukum kekekalan energi kinetik

Berlaku Persamaan:

$$v_2' - v_1' = v_1 - v_2$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

2. Tumbukan Lenting Sebagian

Dalam peristiwa tumbukan lenting sebagian, benda setelah bertumbukan memantul dengan kecepatan yang lebih kecil dari kecepatan sebelum bertumbukan

Pada tumbukan lenting sebagian berlaku:

- Hukum kekekalan momentum
- Koefisien restitusi (e) : $0 < e < 1$

Berlaku Persamaan:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

$$0 < -\frac{(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1} < 1$$

3. Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Dalam peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali, benda setelah bertumbukan tidak memantul. Setelah bertumbukan benda menyatu.

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali berlaku:

- Hukum kekekalan momentum
- Koefisien restitusi (e) = 0

Berlaku Persamaan:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$$

$$v_2' - v_1' = 0$$

v' = kecepatan kedua benda bergerak bersama-sama (m/s)

LATIHAN TUMBUKAN

1. Jenis tumbukan berikut yang berlaku hukum kekekalan energi kinetik adalah . . .
 - a. tumbukan lenting sempurna
 - b. tumbukan lenting sebagian
 - c. tumbukan tidak lenting
 - d. semua jenis tumbukan
 - e. tumbukan antar benda yang keras.
2. Sebuah bola membentur dinding dengan kecepatan 25 m/s. Jika sesaat setelah dipantulkan dinding kecepatannya 20 m/s, besar koefisien restitusi (e) nya adalah . . .
 - a. 1
 - b. 1.25
 - c. 1.5
 - d. 1.75
 - e. 0
3. Nilai koefisien restitusi berikut yang menunjukkan tumbukan lenting sebagian adalah . . .
 - a. -1
 - b. 0
 - c. 0,3
 - d. 1
 - e. 5

4. Sebuah balok dengan massa 2 kg dan kelajuan 2 m/s bertumbukan dengan balok yang diam bermassa 6 kg. Kedua balok menempel setelah bertumbuk, maka kelajuan kedua balok setelah tumbukan adalah
- $\frac{1}{2}$ m/det
 - $\frac{1}{4}$ m/det
 - $\frac{1}{6}$ m/det
 - $\frac{1}{3}$ m/det
 - $\frac{1}{8}$ m/det
5. Suatu benda yang memiliki koefisien restitusi (e) = 0, jika bertumbukan akan mengalami tumbukan
- Lenting sempurna
 - Tidak lenting sama sekali
 - Lenting sebagian
 - Lenting sedikit
 - Tidak lenting sebagian
6. Sebuah bola yang mempunyai koefisien kelentingan 0,9 dijatuhkan dari suatu ketinggian hingga saat menyentuh lantai kecepatannya 8 m/s. Besar kecepatan bola sesaat setelah dipantulkan oleh lantai adalah . . .
- 7 m/s
 - 7.1 m/s
 - 7.2 m/s
 - 8.9 m/s
 - 10 m/s
7. Sebuah benda massanya 100 gr dilemparkan ke dinding. Kecepatan benda saat menyentuh dinding 12 m/s. jika kecepatan benda setelah dipantulkan dinding 8 m/s, jenis tumbukan yang dialami benda tersebut terhadap dinding adalah . . .
- Lenting sebagian
 - Lenting sedikit
 - Lenting sempurna
 - Tidak lenting sama sekali
 - Tidak lenting sebagian
8. Sebuah bola basket dilepaskan dari ketinggian 1.5 m di atas lantai. Setelah dipantulkan lantai, bola tersebut bergerak hingga mencapai ketinggian 1.5 m. Tumbukan yang dialami bola basket terhadap lantai tersebut adalah . . .
- Lenting sempurna
 - Tidak lenting sama sekali
 - Lenting sebagian
 - Lenting sedikit

e. Tidak lenting sebagian

9. Sebuah bola dijatuhkan dari ketinggian 9 m di atas lantai. Jika setelah dipantulkan lantai bola bergerak naik hingga mencapai tinggi maksimum 4 m, besar koefisien restitusi yang dimiliki oleh bola terhadap lantai adalah . . .
- 2/3
 - 1/3
 - 4/9
 - 3/2
 - 9/4

D. IMPULS

Impuls adalah hasil kali gaya dengan selang waktu (lamanya gaya tersebut bekerja pada benda).

$$I = F \cdot \Delta t$$

I : impuls (Ns atau kg m/s)

F : gaya (N)

Δt : selang waktu (s)

Impuls merupakan Besaran vektor yang arahnya searah dengan arah gaya

E. IMPULS DAN MOMENTUM

Impuls juga adalah perubahan momentum, sehingga dapat juga ditulis:

$$I = P' - P$$

$$I = m \cdot (v' - v)$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot (v' - v)$$

P' = momentum setelah bertumbukan (kg m/s)

P = momentum sebelum bertumbukan (kg m/s)

F = gaya (N)

Δt = selang waktu (s)

m = massa benda (kg)

v' = kecepatan benda setelah bertumbukan (m/s)

v = kecepatan benda sebelum bertumbukan (m/s)

LATIHAN IMPULS DAN MOMENTUM

1. Sebuah truk massanya 2000 kg. Melaju dengan kecepatan 36 km/jam. Jika truk tersebut menabrak sebuah pohon dan berhenti setelah 0,4 s. Gaya rata-rata yang dialami truk selama berlangsungnya tabrakan adalah . . .
 - A. 50.000 N
 - B. 60.000 N
 - C. 70.000 N
 - D. 80.000 N
 - E. 180.000 N

2. Sebuah bola pada permainan soft ball bermassa 0,15 kg dilempar horinzontal ke kanan dengan kelajuan 20 m/s. Setelah dipukul bola bergerak ke kiri dengan kelajuan 20 m/s. Besarnya impuls yang diberikan kayu pemukul pada bola adalah ...
 - A. 4 N.s
 - B. 5 N.s
 - C. 6 N.s
 - D. 7 N.s
 - E. 8 N.s

3. Hubungan impuls dan momentum adalah . . .
 - A. impuls sama dengan momentum
 - B. impuls sama dengan perubahan momentum
 - C. impuls sama dengan jumlah momentum
 - D. impuls sama dengan dua kali momentum
 - E. impuls sama dengan setengah kali momentum

4. Sebuah truk yang massanya 2000 kg dan melaju dengan kecepatan 36 km/jam menabrak sebuah pohon dan berhenti dalam waktu 0,1 detik. Gaya rata-rata pada truk selama berlangsungnya tabrakan adalah
 - A. 200 N
 - B. 2000 N
 - C. 20.000 N
 - D. 200.000 N
 - E. 2.000.000 N

5. Sebuah benda bermassa 2 kg sedang bergerak lurus. Suatu gaya bekerja pada benda tersebut dan menyebabkan Laju gerak benda bertambah dari 2 m/s

menjadi 6 m/s dalam waktu 2 detik.
besar gaya tersebut adalah ...

- A. 2,0 N
- B. 4,0 N
- C. 6,0 N
- D. 8,0 N
- E. 10 N

6. Sebuah bola pada permainan Soft ball bermassa 0,15 kg dilempar horizontal ke kanan dengan kelajuan 20 m/s. Setelah dipukul bola bergerak ke kiri dengan kelajuan 20 m/s. Maka impuls yang diberikan oleh kayu pemukul terhadap bola adalah

- A. 2 N.s
- B. 6 N.s
- C. 10 N.s
- D. 4 N.s
- E. 8 N.s

7. Sebuah bola dipukul dengan gaya sebesar 360 N. Jika lama persinggungan antara pemukul dengan bola adalah 0.6 s. Besar impuls yang terjadi adalah . . .

- A. 216 kg m/s
- B. 200 kg m/s
- C. 186 kg m/s
- D. 60 kg m/s
- E. 36 kg m/s

SOAL – SOAL LATIHAN

1. Seorang petinju menyangkan pukulan ke wajah lawannya dalam selang waktu tertentu. Kemudian tangannya ditarik kembali. Hasil kali gaya pukulan dengan selang waktu yang dialami oleh lawannya tersebut dinamakan . . .
 - a. momentum
 - b. impuls
 - c. usaha
 - d. gaya
 - e. energi
2. Peristiwa yang memenuhi:
 1. Berlaku hukum kekekalan momentum
 2. Berlaku hukum kekekalan energi kinetik
 3. Koefisien Restitusi $e = 1$adalah jenis tumbukan

- A. tidak lenting
 - B. tidak lenting sama sekali
 - C. lenting sebagian
 - D. lenting sempurna
3. Sebuah mobil melaju dengan cepat dan menabrak pohon dan kemudian berhenti besarnya massa mobil tersebut dikalikan dengan kecepatannya dinamakan . . .
- A. momentum
 - B. impuls
 - C. usaha
 - D. gaya
 - E. energi
4. Sebuah benda dipukul dengan gaya 80 N. Lama waktu sentuhan antara benda dengan pemukul 0,2 detik. Berapakah besar impuls benda?
5. Dua buah benda yang bermassa sama besar bergerak saling mendekati satu sama lain dalam satu lintasan garis lurus dengan kecepatan masing-masing benda 8 m/s dan 10 m/s. Setelah terjadi tumbukan bola pertama melaju dengan kecepatan 5 m/s dengan arah yang berlawanan dari sebelumnya. Berapakah kecepatan benda kedua setelah tumbukan?
6. Sebuah balok bermassa 4 kg ditembak dengan sebutir peluru bermassa 0,2 kg, sehingga peluru bersarang di dalam balok. Jika kecepatan peluru dan balok 10 m/s, maka berapakah kecepatan peluru sebelum bersarang dalam balok tersebut?
7. Sebuah benda bermassa 0,75 kg bergerak dengan kecepatan 6 m/s diberikan gaya luar sebesar 20 N yang berlawanan arah dengan arah gerak benda sehingga laju benda berkurang menjadi 2 m/s. Berapakah besar impuls dan lama waktu gaya impuls bekerja?

8. Sebuah bola yang mempunyai koefisien kelentingan 0,9 dijatuhkan dari suatu ketinggian hingga saat menyentuh lantai kecepatannya 8 m/s. Berapakah besar kecepatan benda setelah dipantulkan lantai ?

9. Andi massanya 60 kg melompat ke perahu yang diam dan bermassa 200 kg. Jika sesaat sebelum menginjak perahu, kecepatan gerak horizontal andi 12 m/s, besar kecepatan gerak perahu dan Andi sesaat setelah andi menginjak perahu adalah . . .

BAB 6

SIFAT MEKANIK BAHAN

Standar Kompetensi:

- Menginterpretasikan sifat mekanik bahan

Kompetensi Dasar:

- Menguasai Konsep Elastisitas Bahan
- Menguasai Hukum Hooke
- Menentukan Kekuatan Bahan

A. HUKUM HOOKE

1. Gaya Pegas

Menurut Hooke, besarnya pertambahan panjang (Δx) sebuah pegas sebanding dengan besarnya gaya yang bekerja pada pegas itu (F).

$$\Delta x = \frac{F}{k}$$

Δx = perubahan panjang (m)

F = gaya (N)

K = konstanta pegas (N/m)

$$F = -k \cdot \Delta x$$

Tanda (-) menyatakan arah gaya

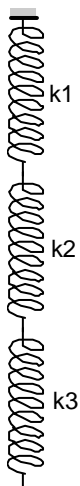
2. Konstanta Pegas

Tiap pegas memiliki koefisien elastisitas pegas (konstanta pegas) yang berbeda-beda. Besarnya konstanta pegas tersebut dipengaruhi oleh jenis bahan pegas.

$$k = \frac{F}{\Delta x}$$

3. Susunan Pegas

a. Susunan Seri



$$\frac{1}{k_p} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots$$

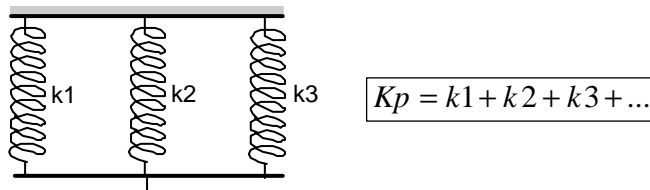
k_1 = konstanta pegas 1 (N/m)

k_2 = konstanta pegas 2 (N/m)

k_3 = konstanta pegas 3 (N/m)

k_p = konstanta pegas pengganti
atau konstanta pegas
gabungan (N/m)

b. Susunan Paralel

**4. Energi Potensial Pegas**

Besarnya Energi Potensial pegas dapat ditentukan dengan persamaan:

$$E_p = \frac{1}{2} F \cdot \Delta x \quad \text{atau} \quad E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2$$

E_p : Energi Potensial Pegas (Joule)

F : Gaya Pegas (N)

k : konstanta pegas (N/m)

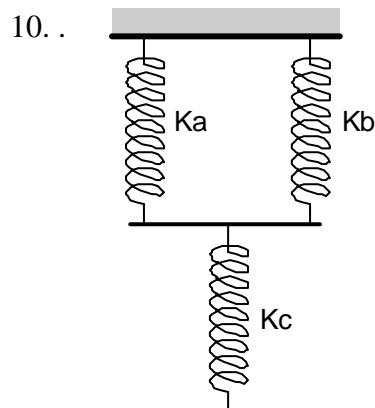
Δx : simpangan pegas (m)

LATIHAN HUKUM HOOKE

- Suatu karet ditarik dengan gaya 40 N. Jika konstanta pegas karet 2000 N/m, berapa pertambahan panjang karet?
 - 1×10^{-2} m
 - 2×10^{-2} m
 - 3×10^{-2} m
 - 4×10^{-2} m
 - 5×10^{-2} m
- Sebuah benda panjangnya 2 m. Setelah ditarik dengan gaya 10 N panjangnya bertambah menjadi 2.02 m. Besar konstanta pegas benda tersebut adalah . . .
 - 500 N/m
 - 50 N/m
 - 5 N/m
 - 0.5 N/m
 - 0.05 N/m
- Sebuah pegas ditarik hingga panjangnya bertambah sebesar 8 cm. Jika konstanta pegasnya 2400 N/m hitung besarnya energi potensial pegas!
 - 2.68 joule
 - 3.28 joule

- C. 4.00 joule
D. 7.68 joule
E. 8.00 joule
4. Energi potensial pegas karet yang meregang 2 cm adalah 600 joule. Besar konstanta pegas karet tersebut adalah
- A. 3×10^6 N/m
B. 4×10^6 N/m
C. 8×10^6 N/m
D. 2×10^7 N/m
E. 4×10^7 N/m
5. Suatu benda lentur memiliki konstanta pegas 600 N/m. Jika ditarik dengan gaya 30 N berapakah pertambahan panjang benda tersebut?
- A. 0.01 m
B. 0.02 m
C. 0.05 m
D. 25 m
E. 520 m
6. Konstanta pegas suatu benda adalah 25.000 N/m. Jika ditarik dengan gaya F hingga panjangnya bertambah sebesar 2 cm, berapa besar energi potensial benda tersebut?
- A. 1 joule
B. 2 joule
C. 3 joule
D. 4 joule
E. 5 joule
7. Suatu pegas menahan beban hingga energi potensialnya 48 joule. Jika beban pada pegas tersebut ditambahkan hingga energi potensialnya menjadi 136 joule, berapa besar usaha yang dialami pegas?
- A. 37 joule
B. 102 joule
C. 184 joule
D. 88 joule
E. 65 joule
8. Sebuah benda konstanta pegasnya 2000 N/m, ditarik hingga panjangnya bertambah 1 cm. Jika gaya tarik tersebut diperkuat hingga pertambahan panjang pegas menjadi 3 cm, besarnya usaha yang diterima oleh benda adalah
- A. 0.32 joule
B. 0.35 joule
C. 0.80 joule
D. 1.08 joule
E. 1.40 joule

9. Suatu pegas meregang hingga energi potensialnya 200 joule. Jika pegas tersebut kemudian ditarik hingga energi potensialnya 320 joule, besarnya usaha yang dikerahkan untuk menarik pegas tersebut adalah
- 215 joule
 - 120 joule
 - 340 joule
 - 540 joule
 - 72000 joule



Jika nilai $K_a = K_b = K_c = 3000 \text{ N/m}$, besar konstanta gabungan pegas di atas adalah

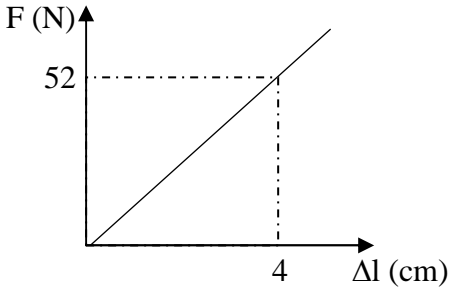
- 2000 N/m
 - 4000 N/m
 - 6000 N/m
 - 8000 N/m
 - 1000 N/m
11. Besarnya gaya pegas bernilai negatif yang artinya
- nilainya kecil
 - nilainya besar
 - gayanya sangat lemah
 - arahnya ke bawah
 - arahnya berlawanan dengan arah gerak
12. Sebuah motor dilengkapi dengan 4 buah pegas. Jika motor tersebut dibebani muatan sebesar 180 N, ke empat pegas tersebut berubah panjangnya sebesar 9 cm. Besar konstanta pegas masing-masing pegas tersebut adalah
- 250 N/m
 - 300 N/m
 - 400 N/m
 - 500 N/m
 - 1000 N/m

13. Sekantong buah digantung pada suatu benda pegas, ternyata benda pegas tersebut bertambah panjang sebesar 3 cm. Jika besar konstanta pegas benda tersebut 2000 N/m, berat sekarung beras tersebut adalah
- 10 N
 - 50 N
 - 60 N
 - 70 N
 - 100 N

14. Perhatikan tabel data gaya pada pegas dan perubahan panjangnya berikut

Pegas	F (N)	Δl (cm)
P	10	0.05
Q	15	0.03
R	12	0.01
S	20	0.04

pegas yang memiliki konstanta pegas paling kecil adalah . . .

- P
 - Q
 - R
 - S
 - Ke empat pegas tersebut memiliki konstanta yang sama besar.
15. 

Grafik di atas merupakan data hasil pengukuran gaya dan perubahan panjang suatu pegas. Besar konstanta pegas tersebut adalah . . .

- 1150 N/m
- 1200 N/m
- 1300 N/m
- 1450 N/m
- 1600 N/m

B. ELASTISITAS

Elastisitas adalah kemampuan benda untuk dapat kembali ke bentuk semula ketika gaya yang bekerja padanya dihilangkan

1. Stress (tegangan)

Stress yaitu besarnya gaya tarik atau gaya dorong yang diberikan tiap satuan luas penampang benda.

$$\text{Stress} = \frac{F}{A}$$

2. Strain (regangan)

Strain adalah perbandingan antara perubahan panjang dengan panjang semula

$$\text{Strain} = \frac{\Delta x}{x_0}$$

3. Modulus Young (modulus elastisitas)

Modulus Young adalah perbandingan antara Stress dan Strain

$$MY = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$

Atau

$$MY = \frac{F \cdot x_0}{\Delta x \cdot A}$$

F = gaya (N)

X₀ = panjang benda semula (m)

Δx = Perubahan panjang (m)

A = luas penampang (m²)

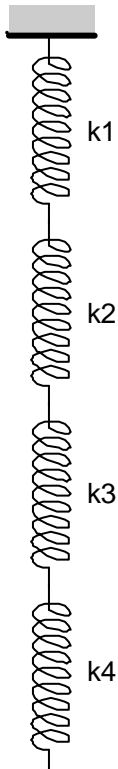
LATIHAN ELASTISITAS

1. Modulus elastisitas atau modulus Young adalah ukuran kekuatan suatu bahan, yang besarnya merupakan
 - a. perbandingan antara tegangan dengan regangan
 - b. perbandingan antara regangan dengan tegangan
 - c. perbandingan antara perubahan panjang bahan dengan panjang benda sebelum diberi perlakuan
 - d. perbandingan antara gaya dengan luas penampang bahan
 - e. perbandingan antara luas penampang bahan dengan gaya

2. Tegangan suatu bahan adalah 3×10^6 Pa. Jika regangannya 2×10^{-2} , besar modulus elastisitas bahan tersebut adalah . . .
 - a. 15×10^7 Pa
 - b. 14×10^7 Pa
 - c. 13×10^7 Pa
 - d. 12×10^7 Pa
 - e. 16×10^7 Pa

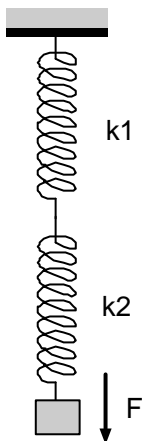
3. Suatu benda luas penampangnya 2 cm^2 , panjangnya 4 m dan modulus elastisitasnya $6 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$. Jika ditarik dengan gaya 100 N hitunglah pertambahan panjang benda tersebut!
- $4.0 \times 10^{-6} \text{ m}$
 - $3.0 \times 10^{-5} \text{ m}$
 - $2.5 \times 10^{-5} \text{ m}$
 - $2.0 \times 10^{-4} \text{ m}$
 - $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}$
4. Modulus elastisitas suatu bahan adalah $3 \times 10^{12} \text{ N/m}^2$. jika tegangan yang dialami bahan tersebut $15 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. besarnya regangan yang dialami bahan adalah
- 5×10^{-7}
 - 6×10^{-7}
 - 7×10^{-7}
 - 8×10^{-7}
 - 18×10^{-7}
5. “Jika menerima gaya dari luar, maka bentuk benda tersebut dapat berubah, tapi jika gaya yang bekerja pada benda tersebut hilang maka bentuk benda akan kembali seperti semula”. Sifat benda tersebut dinamakan . . .
- Ulet
 - Lentur
 - Rapuh
 - Fleksibel
 - Lunak
6. Jelaskan apa yang dimaksud dengan
- stress
 - strain
 - elastisitas
7. Sebuah benda panjangnya 2 m . Ditarik dengan gaya 100 N dan panjangnya bertambah menjadi 2.04 m . Jika luas penampang benda 1 cm^2 , hitunglah:
- stress
 - strain
 - modulus elastisitas

8.



Jika $K_1 = 200 \text{ N/m}$, $K_2 = 300 \text{ N/m}$, $K_3 = 400 \text{ N/m}$, dan $K_4 = 500 \text{ N/m}$, besar konstanta pegas gabungan pegas disamping adalah ...

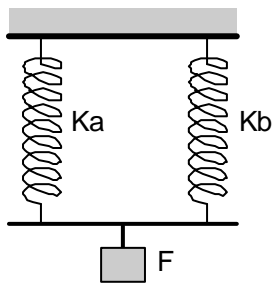
9.



Jika $K_1 = 400 \text{ N/m}$ dan $K_2 = 600 \text{ N/m}$. Tentukan:

- konstanta pegas gabungan
- pertambahan panjang pegas setelah ditarik dengan gaya F yang besarnya 20 N

10. .



Diketahui besar $K_a = 3500 \text{ N/m}$ dan besar $K_b = 5500 \text{ N/m}$. hitunglah:

- Konstanta pegas gabungannya
- Pertambahan panjang pegas setelah di tarik dengan gaya F sebesar 90 N

BAB 5 SUHU DAN KALOR

Standar Kompetensi:

Menerapkan konsep suhu dan kalor

Kompetensi Dasar:

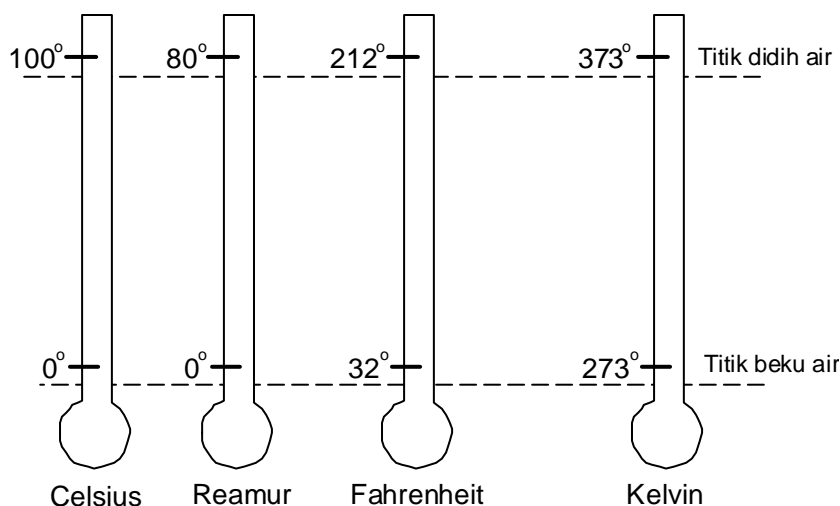
1. Menguasai konsep suhu dan kalor
2. Menguasai pengaruh kalor terhadap zat
3. Mengukur suhu dan kalor
4. Menghitung kalor

A. SUHU

Suhu adalah derajat panas suatu zat. Suhu dapat dirasakan sebagai panas, dingin, atau hangat.

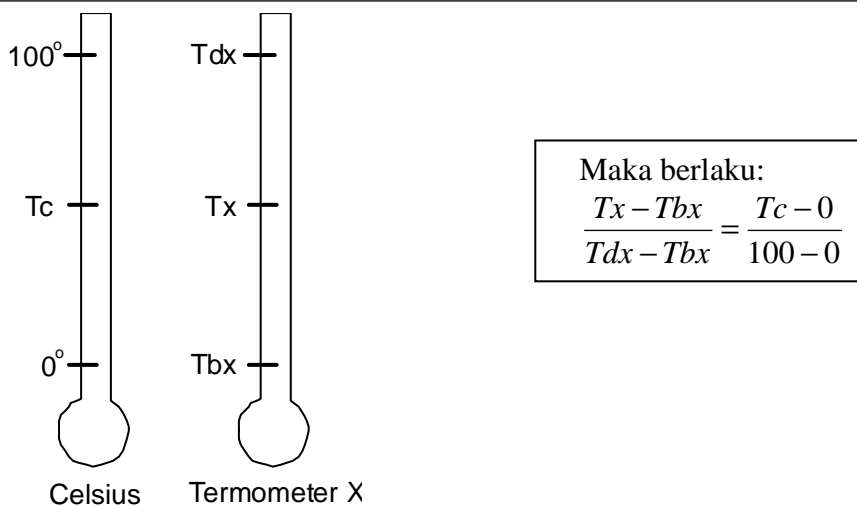
1. Skala Termometer

Suhu diukur dengan menggunakan termometer. Terdapat 4 macam jenis skala termometer, yaitu: Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin.



2. Perbandingan Skala Termometer Dengan Skala X

Misalkan dibuat sebuah termometer X dengan titik didih air T_{dx} dan titik beku air T_{bx} .



3. Perbandingan Skala Termometer Celsius, Reamur, Fahrenheit, Dan Kelvin

Hubungan perbandingan skala termometer celsius, reamur, fahrenheit, dan kelvin di atas dapat ditulis:

$$\frac{T_C}{100} = \frac{T_R}{80} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_K - 273}{100}$$

- T_C : suhu dalam satuan skala Celsius ($^{\circ}\text{C}$)
- T_R : suhu dalam satuan skala Reamur ($^{\circ}\text{R}$)
- T_F : suhu dalam satuan skala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$)
- T_K : suhu dalam satuan skala Kelvin (K)

4. Macam – Macam Termometer.

- **Termometer alkohol.**

Karena air raksa membeku pada -40°C dan mendidih pada 360° , maka termometer air raksa hanya dapat dipakai untuk mengukur suhu-suhu diantara interval tersebut. Untuk suhu-suhu yang lebih rendah dapat dipakai alkohol (Titik beku -130°C) dan pentana (Titik beku -200°C) sebagai zat cairnya.

- **Termoelemen.**

Alat ini bekerja atas dasar timbulnya gaya gerak listrik (g.g.l) dari dua buah sambungan logam bila sambungan tersebut berubah suhunya.

- **Pirometer Optik.**

Alat ini dapat dipakai untuk mengukur temperatur yang sangat tinggi.

- **Termometer maksimum-minimum Six Bellani.**

Adalah termometer yang dipakai untuk menentukan suhu yang tertinggi atau terendah dalam suatu waktu tertentu.

- **Termostat.**

Alat ini dipakai untuk mendapatkan suhu yang tetap dalam suatu ruangan.

- **Termometer diferensial.**

Dipakai untuk menentukan selisih suhu antara dua tempat yang berdekatan.

LATIHAN SUHU

1. Suatu termometer x memiliki titik beku air 20°X dan titik didih air 220°X . Bila suhu suatu benda 40°C , bila diukur dengan termometer X adalah....
 - A. 80°X
 - B. 90°X
 - C. 100°X
 - D. 110°X
 - E. 120°X

2. suhu suatu benda saat diukur dengan termometer derajat Celsius ternyata sama dengan saat diukur dengan termometer derajat Fahrenheit. Berapakah suhu benda tersebut ...
 - A. 40°F
 - B. 35°F
 - C. 30°F
 - D. -35°F
 - E. -40°F

3. Suatu zat suhunya 50°C . Jika diukur menggunakan termometer skala fahrenheit, suhu zat tersebut akan terukur sebesar . . .

4. Ahmad membuat sebuah termometer yang skalanya dinamakan skala P. Dengan termometer tersebut, suhu air membeku terukur 20°P dan air mendidih terukur 80°P . Suatu zat yang suhunya terukur 50°P jika diukur menggunakan termometer celsius akan terukur sebesar $^{\circ}\text{C}$

5. Suatu termometer skala Y titik bekunya – 10°Y dan titik didihnya 130°Y . Suatu Zat yang suhunya 40°R (skala reamur) jika diukur dengan termometer Y tersebut akan terukur sebesar . . . $^{\circ}\text{Y}$

B. KALOR

Kalor adalah suatu bentuk energi yang dapat berpindah dari zat yang suhunya tinggi ke zat yang suhunya lebih rendah

Kalor Jenis adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 satuan massa suatu zat sebesar 1°C atau 1 K

Kapasitas Kalor adalah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat sebesar 1°C atau 1K

Hubungan matematis kalor jenis dengan kapasitas kalor yaitu:

$$C = m \cdot c$$

C = kapasitas kalor (joule/kg.K atau kalori/gram.K)

c = kalor jenis (joule/K atau kalori/K)

m = massa zat (g atau kg)

ketika suatu zat mengalami kenaikan atau penurunan suhu sebesar Δt °C, maka zat tersebut menerima atau melepaskan kalor sebesar :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Q : kalor (kal atau joule)

m : masa (g atau kg)

c : kalor jenis (kal/g °C atau kal/g °C)

Δt : perubahan suhu (°C atau K)

Berdasarkan persamaan diatas, dapat dikatakan bahwa *semakin besar kalor jenis suatu zat maka semakin sulit bagi zat tersebut untuk dinaikan suhunya.*

Berikut besar kalor jenis beberapa zat

No	Zat	Kalor jenis zat (joule/kg °c)
1	Aluminium	900
2	Tembaga	390
3	Kaca	840
4	Besi atau baja	450
5	Timah hitam	130
6	Perak	230
7	Kayu	1700
8	Alkohol	2400
9	Raksa	140
10	Udara	1000

Kesetaraan antara satuan kalor dan satuan energi.

Kesetaraan satuan kalor dan energi mekanik ini ditentukan oleh PERCOBAAN JOULE.

$$1 \text{ kalori} = 4,2 \text{ joule}$$

atau

$$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kal}$$

C. PERUBAHAN WUJUD.

Terdapat 3 jenis wujud, yaitu : Padat, Cair, dan Gas

Kalor Laten (L)

Kalor laten suatu zat ialah kalor yang dibutuhkan untuk merubah wujud zat tersebut wujud yang lain pada suhu dan tekanan yang tetap.

Jika kalor laten = L, maka untuk merubah wujud suatu zat bermassa m seluruhnya menjadi wujud yang lain diperlukan kalor sebesar :

$$Q = m \cdot L$$

Dimana :

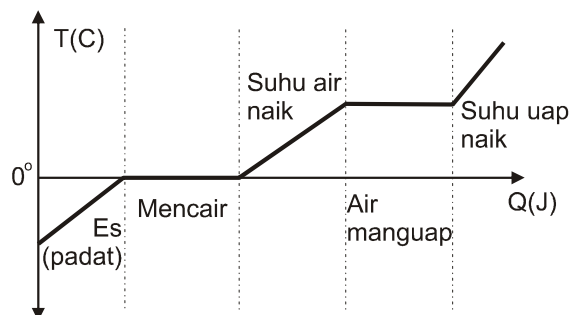
Q : kalor (kalori atau joule)

m : massa (gram atau kg)

L : kalor laten (kal/g atau Joule/kg)

- Kalor lebur ialah kalor laten pada perubahan wujud padat menjadi cair pada titik leburnya.
- Kalor beku ialah kalor laten pada perubahan wujud cair menjadi padat pada titik bekunya.
- Kalor didih (kalor uap) ialah kalor laten pada perubahan wujud cair menjadi uap pada titik diduhnya.

Dibawah ini gambar diagram perubahan wujud air (H_2O) dari fase padat, cair dan gas yang pada prinsipnya proses ini juga dijumpai pada lain-lain zat.



LATIHAN KALOR DAN PERUBAHAN WUJUD

1. banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk mengubah wujud suatu benda disebut....
 - a. Kalor
 - b. Kapasitas kalor
 - c. Kalor jenis
 - d. Kalor laten
 - e. Kalori

2. kalor jenis suatu benda bergantung pada
 - a. Jenis benda
 - b. Massa benda
 - c. Volume benda
 - d. Warna benda
 - e. Massa jenis benda

3. kalor yang diperlukan untuk memanaskan 200 gr air bersuhu 20°C hingga menjadi uap air bersuhu 100°C adalah (kalor jenis air 1 kal/gr °C, dan kalor didih air 540 kal/gr)
 - a. 100.000 kal
 - b. 110.000 kal
 - c. 116.000 kal
 - d. 122.000 kal
 - e. 124.000 kal

4. Semakin tinggi kalor jenis suatu zat, maka ...
 - a. suhunya mudah naik
 - b. suhunya sulit naik
 - c. mudah memuai
 - d. sulit memuai
 - e. suhunya selalu rendah

5. suatu zat jika suhunya berkurang, artinya zat tersebut ...
 - a. melepas kalor
 - b. menerima kalor
 - c. tidak memiliki kalor
 - d. kalornya sedikit
 - e. kekurangan kalor

6. untuk menentukan kapasitas kalor suatu zat, kita membutuhkan informasi ...
 - a. massa dan volume
 - b. kalor jenis dan massa
 - c. kalor jenis dan volume
 - d. volume dan massa jenis
 - e. massa jenis dan kalor jenis

7. berapa kalor yang dibutuhkan untuk mendidihkan 1 kg air yang suhunya 30°C ... (kalor jenis air $4200 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$)
- 290.000 J
 - 294.000 J
 - 295.000 J
 - 300.000 J
 - 310.000 J
8. ketika es melebur menjadi air, maka es tersebut ...
- menerima kalor suhunya bertambah
 - melepas kalor dan suhunya berkurang
 - melepas kalor dan suhunya tetap
 - menerima kalor dan suhunya tetap
 - menerima kalor dan suhunya berkurang

D. PEMUAIAN

Pemuai panjang.

Bila suatu batang pada suatu suhu tertentu panjangnya L_0 , jika suhunya dinaikkan sebesar Δt , maka batang tersebut akan bertambah panjang sebesar ΔL yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

α = Koefisien muai panjang

Besarnya koefisien muai panjang suatu zat berbeda-beda, tergantung jenis zatnya.

Jika suatu benda panjangnya pada suhu $t_0^{\circ}\text{C}$ adalah L_0 . Koefisien muai panjang = α , kemudian dipanaskan sehingga suhunya menjadi $t_1^{\circ}\text{C}$ maka panjang benda tersebut akan bertambah sebesar:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_0)$$

Panjang batang pada suhu $t_1^{\circ}\text{C}$ adalah :

$$\begin{aligned} L_t &= L_0 + \Delta L \\ &= L_0 + L_0 \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_0) \end{aligned}$$

$$L_t = L_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

- L_t = Panjang benda setelah dipanaskan
 L_0 = Panjang mula-mula.
 α = Koefisien muai panjang
 Δt = Selisih antara suhu akhir dan suhu mula-mula.

Pemuaian Luas.

Bila suatu lempengan logam (luas A_0) pada t_0 °C, dipanaskan sampai t_1 °C, luasnya akan menjadi A_t , dan pertambahan luas tersebut adalah :

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \Delta t \quad \text{dan}$$

$$A_t = A_0 (1 + \beta \Delta t) \quad \Delta t = t_1 - t_0$$

β adalah Koefisien muai luas ($\beta = 2 \alpha$)

A_t = Luas benda setelah dipanaskan t °C

A_0 = Luas mula-mula.

β = Koefisien muai Luas

Δt = Selisih antara suhu akhir dan suhu mula-mula.

Pemuaian Volume

Bila suatu benda berdimensi tiga (mempunyai volume) mula-mula volumenya V_0 pada suhu t_0 , dipanaskan sampai t_1 °C, volumenya akan menjadi V_t , dan pertambahan volumenya adalah :

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \Delta T \quad \text{dan}$$

$$V_T = V_0 (1 + \gamma \Delta T) \quad \Delta T = T_1 - T_0$$

γ adalah Koefisien muai Volume ($\gamma = 3 \alpha$)

V_t = Volume benda setelah dipanaskan t °C

V_0 = Volume mula-mula.

γ = Koefisien muai ruang

Δt = Selisih antara suhu akhir dan suhu mula-mula.

Pada Gas

Khusus pada gas; pemuaian, perubahan tekanan, dan perubahan suhu memenuhi persamaan

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

P_1 = tekanan gas pada keadaan 1 (N/m²)

P_2 = tekanan gas pada keadaan 2 (N/m²)

V_1 = volume gas pada keadaan 1 (m³)

V_2 = volume gas pada keadaan 2 (m³)

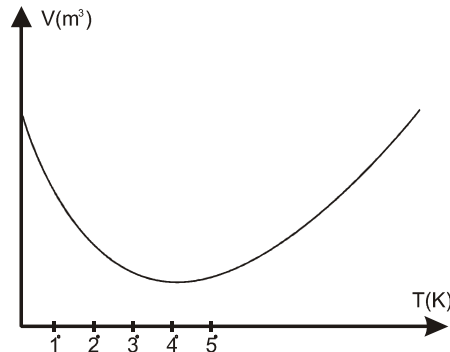
T_1 = suhu benda pada keadaan 1 (K)

T_2 = suhu benda pada keadaan 2 (K)

Ingat: untuk gas, suhu harus dituliskan dalam satuan kelvin

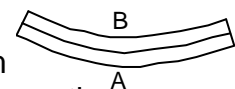
Anomaly Air

Tidak semua zat mengikuti hukum pemuaian, misalnya air. Di dalam interval suhu 0°C - 4°C air akan menyusut saat dipanaskan dan memuai saat didinginkan, tetapi setelah melewati 4°C , air akan kembali normal, yaitu memuai bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan. Keadaan ini disebut ANOMALI AIR.



LATIHAN PEMUAIAN

- Sebatang baja pada suhu 20°C panjangnya 100 cm, bila panjang baja sekarang 100,1 cm dan koefisien muai panjang baja $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, maka suhu baja sekarang adalah ...
 - 50°C
 - 100°C
 - 120°C
 - 150°C
 - 180°C
- suatu batang logam berukuran panjang 20 cm. setelah dipanaskan hingga suhunya bertambah sebesar 20°C , panjangnya menjadi 20,04 cm. koefisien muai panjang logam tersebut adalah ...
 - $5 \times 10^{-5} /^{\circ}\text{C}$
 - $1 \times 10^{-4} /^{\circ}\text{C}$
 - $5 \times 10^{-4} /^{\circ}\text{C}$
 - $2 \times 10^{-4} /^{\circ}\text{C}$
 - $1 \times 10^{-5} /^{\circ}\text{C}$
- dua buah logam, logam A dan B yang saling berhimpitan dan memiliki koefisien muai panjang berbeda. Jika kedua logam tersebut dipanaskan secara bersamaan, bentuknya menjadi seperti gambar di samping. Berarti koefisien muai panjang logam B ...
 - Sama dengan logam A
 - Lebih kecil dari logam A



- c. Sangat besar
 - d. Lebih besar dari logam A
 - e. Sangat kecil
4. pada suhu antara 0°C - 4°C jika air dipanaskan maka ...
- a. akan memuai
 - b. suhunya tetap
 - c. akan menyusut
 - d. massa jenisnya bertambah
 - e. suhunya berkurang
5. suatu gas menempati volume 100 cm^3 pada suhu 0°C dan tekanan 1 atm . Bila suhu dijadikan 50°C dan tekanan dijadikan 2 atm , volume gas menjadi sekitar ...
- a. $38,4\text{ cm}^3$
 - b. $45,5\text{ cm}^3$
 - c. $59,2\text{ cm}^3$
 - d. $84,5\text{ cm}^3$
 - e. $18,3\text{ cm}^3$

E. AZAS BLACK

Jika 2 macam zat pada tekanan yang sama, suhunya berbeda jika dicampur maka zat yang bersuhu tinggi akan melepaskan kalor, sedangkan zat yang bersuhu lebih rendah akan menyerap kalor.

Jadi berlaku : Kalor yang diserap = kalor yang dilepaskan

$$Q_{\text{serap}} = Q_{\text{lepas}}$$

Pernyataan di atas disebut “**Asas Black**” yang biasanya digunakan dalam kalorimeter, yaitu alat pengukur kalor jenis zat.

F. PERPINDAHAN KALOR

Panas dapat dipindahkan dengan 3 macam cara, antara lain :

- Secara konduksi (Hantaran)
- Secara konveksi (Aliran)
- Secara Radiasi (Pancaran)

1. Konduksi.

Pada peristiwa konduksi, perpindahan panas yang terjadi tidak disertai dengan perpindahan partikel zat.

Banyaknya kalor yang merambat tiap satuan waktu yang dialami oleh suatu batang yang panjangnya L , luas penampangnya A , dan perbedaan suhu antara ujung-ujungnya ΔT , adalah :

$$H = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

k adalah koefisien konduksi panas bahan dan besarnya tergantung dari jenis bahan. Semakin besar nilai k suatu bahan, semakin baik sifat konduktivitas bahan tersebut.

2. Konveksi.

Pada peristiwa konveksi, perpindahan panas yang terjadi disertai dengan perpindahan partikel. Besarnya Kalor yang merambat tiap satuan waktu adalah :

$$H = h \cdot A \cdot \Delta t$$

h = koefisien konveksi

3. Radiasi.

Radiasi adalah peristiwa perpindahan kalor tanpa melalui medium atau zat. gelombang elektromagnetik. Energi panas tersebut dipancarkan dengan kecepatan yang sama dengan gelombang-gelombang elektromagnetik lain di ruang hampa (3×10^8 m/det)

Banyaknya panas yang dipancarkan per satuan waktu menurut Stefan Boltzman adalah :

$$W = e \cdot \tau \cdot T^4$$

Dengan:

W = Intensitas radiasi yang dipancarkan per satuan luas ($J/m^2 \cdot \text{det}$ atau watt/m^2)

e = Koefisien emisivitas (Daya pancaran) permukaan

τ = Konstanta umum = $5,672 \times 10^{-8}$ watt / $m^2 k^4$

T = Suhu mutlak benda (K)

Besarnya harga e tergantung pada jenis permukaan benda $0 \leq e \leq 1$, benda hitam sempurna memiliki nilai $e = 1$.

LATIHAN AZAS BLACK DAN PERPINDAHAN KALOR

1. Sebanyak 10 gram es bersuhu 0°C dipanasi dengan kalor sebanyak 1000 kalori. Jika kalor lebur es 80 kal/gr dan kalor jenis air 1 kal/gr $^{\circ}\text{C}$, maka es akan menjadi air yang bersuhu ...
 - a. 10°C
 - b. 20°C
 - c. 30°C
 - d. 40°C
 - e. 50°C

2. berikut ini contoh gejala yang terjadi akibat perpindahan kalor secara konduksi, *kecuali* ...
 - a. mesin mobil terasa panas
 - b. permukaan gelas berisi air panas menjadi panas
 - c. pada siang hari udara terasa panas
 - d. komponen elektronik menjadi panas
 - e. setrika menjadi panas

3. sebuah logam, panjangnya 2 m dan luas penampangnya 1 cm^2 . jika kedua ujungnya bersuhu -5°C dan 95°C , dan konduktifitas termal logam 1 kal/cm $^{\circ}\text{C}$, jumlah kalor yang dihantarkan selama 2 detik adalah ...
 - a. 0,5 kal
 - b. 1 kal
 - c. 1,5 kal
 - d. 2 kal
 - e. 2,5 kal

4. lempeng kaca berukuran luas 3 m^2 dan tebal 3,2 mm. jika suhu pada kedua sisi kaca 25°C dan 30°C , berapa laju konduksi kalor yang terjadi pada kaca tersebut? (konduktifitas termal kaca 0,8 W/m K)
 - a. 3700 J/s
 - b. 3725 J/s
 - c. 3800 J/s
 - d. 3750 J/s
 - e. 3780 J/s

5. 75 gram air yang suhunya 0°C dicampur dengan 50 gram air bersuhu 100°C , maka suhu akhir campurannya adalah ...

- a. 40 °C
 - b. 50 °C
 - c. 60 °C
 - d. 70 °C
 - e. 80 °C
6. dua batang logam yang sejenis, yaitu A dan B. penampang A banding B adalah 2 : 1 dan panjang penampang A banding penampang B adalah 4 : 3. bila beda suhu antara kedua ujung-ujung (ΔT) sama, maka jumlah kalor yang merambat tiap satuan waktu pada logam A : logam B adalah ...
- a. 2 : 3
 - b. 3 : 2
 - c. 8 : 3
 - d. 3 : 8
 - e. 1 : 1
7. suatu batang tembaga panjangnya 150 cm dan luas penampangnya 30 cm². ujung yang satu menempel pada es yang suhunya 0°C dan ujung yang lain menempel pada air panas yang suhunya 100 °C. bila koefisien konduktifitas termal tembaga adalah 0.9 kal/s cm °C, maka banyaknya kalor yang merambat pada baja selama 10 detik adalah ...
- a. 120 kal
 - b. 140 kal
 - c. 160 kal
 - d. 180 kal
 - e. 200 kal
8. berikut adalah hal yang dapat terjadi pada suatu zat akibat perpindahan kalor, *kecuali* ...
- a. volume zat bertambah
 - b. volume zat berkurang
 - c. wujud zat berubah
 - d. suhu zat berkurang
 - e. massa zat berkurang
9. kita merasa hangat pada saat malam hari di sekitar api unggun. Hal tersebut akibat perpindahan kalor dengan cara
- a. konduksi
 - b. konveksi
 - c. radiasi
 - d. melalui udara
 - e. melalui api

10. perbandingan laju energi kalor yang dipancarkan oleh sebuah benda yang dipanaskan pada suhu 4000 °K dan 2000 °K adalah ...
- a. 16 : 1
 - b. 8 : 1
 - c. 4 : 1
 - d. 2 : 1
 - e. 1 : 1

DAFTAR PUSTAKA

- ✓ Endarko, 2008, Fisika Untuk Sekolah Menengah Kejuruan Teknologi Jilid 1 (BSE), jakarta: Direktur Pembinaan SMK
- ✓ Endarko, 2008, Fisika Untuk Sekolah Menengah Kejuruan Teknologi Jilid 2 (BSE), jakarta: Direktur Pembinaan SMK
- ✓ M. Suratman, 2007, Memahami Fisika Smk 1. Jakarta: penerbit ARMICO
- ✓ M. Suratman, 2007, Memahami Fisika Smk 2. Jakarta: penerbit ARMICO
- ✓ Marthen Kanginan, 2007, Fisika Untuk SMA Kelas X, Jakarta: penerbit ERLANGGA
- ✓ Marthen Kanginan, 2007, Fisika Untuk SMA Kelas XI, Jakarta: penerbit ERLANGGA