

## A. Konsep Gerak

### Ayo, Kita Pelajari



- Gerak lurus
- Gaya
- Hukum Newton



### Istilah Penting

- Gerak
- Gerak lurus
- Jarak
- Perpindahan
- Kecepatan
- Kelajuan
- Gaya

### Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep dasar tentang gerak dan aplikasinya dalam kehidupan.

Tahukah kamu bagaimana suatu benda dikatakan bergerak? Benda dapat dikatakan bergerak apabila mengalami perubahan posisi dari suatu titik acuan. Benda yang bergerak akan melalui suatu lintasan tertentu. Lintasan dapat berupa lintasan yang lurus, melingkar atau parabola, ataupun tidak beraturan. Namun, pada bagian ini kita akan mempelajari bagaimana gerak benda pada lintasan yang lurus. Benda yang bergerak pada suatu lintasan yang lurus, melibatkan waktu, jarak, dan kecepatan. Bagaimana hubungan antara jarak dengan waktu? Bagaimana hubungan antara kecepatan dengan waktu? Untuk mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!





## Ayo, Kita Lakukan

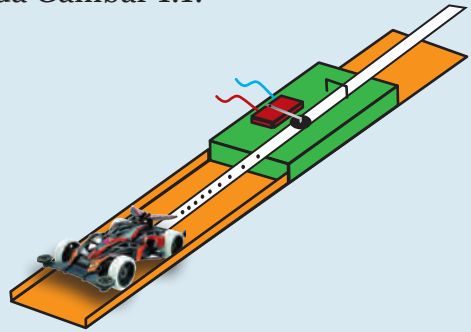
### Aktivitas 1.1 Percobaan Gerak Lurus (GLB)

#### Apa yang kamu perlukan?

1. Mobil mainan
2. Mistar
3. *Ticker timer*
4. Pita kertas

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Rangkailah peralatan seperti pada Gambar 1.1!
2. Operasikan *ticker timer*!
3. Nyalakan mesin mobil mainan kemudian lepaskan hingga menarik pita!
4. Ukurlah jarak antartitik yang terbentuk kemudian catat data tersebut pada tabel pengamatan yang kamu buat!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.1** Set Percobaan *Ticker Timer*

#### Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Pada percobaan yang kamu lakukan, bagaimana prinsip kerja rangkaian percobaan tersebut? Apa fungsi *ticker timer* dalam percobaan tentang GLB tersebut?
2. Buatlah grafik hubungan antara jarak (sebagai sumbu- $y$ ) dengan waktu (sebagai sumbu- $x$ )!
3. Buatlah grafik hubungan antara kecepatan (sebagai sumbu- $y$ ) dengan waktu (sebagai sumbu- $x$ )!
4. Berdasarkan grafik yang telah kamu buat, a) bagaimanakah hubungan antara jarak dan waktu? b) bagaimana hubungan antara kecepatan gerak mobil dengan waktu?

#### Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

## 1. Gerak Lurus

Sebelum kamu mempelajari gerak lurus, perhatikan Gambar 1.2! Coba hitung berapa besar jarak dan perpindahan yang kamu lakukan saat melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah dan dari sekolah kembali ke rumah!



Sumber: Dok. Kemdikbud

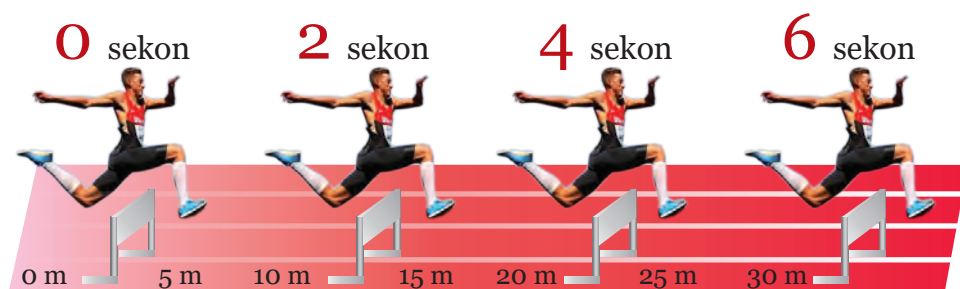
**Gambar 1.2** Ilustrasi Jarak Rumah ke Sekolah

Setiap hari kamu berangkat dari rumah ke sekolah kemudian kembali lagi ke rumah. Misalnya, jika diukur jarak rumah ke sekolah 2 km, maka jarak tempuh yang kamu lakukan setiap hari adalah 4 km. Namun perpindahan yang kamu lakukan bernilai nol km. Mengapa demikian? Ada perbedaan makna antara jarak dan perpindahan. Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh, sedangkan perpindahan merupakan jumlah lintasan yang ditempuh dengan memperhitungkan posisi awal dan akhir benda, atau dengan kata lain perpindahan merupakan jarak lurus resultan dari posisi awal sampai posisi akhir.

Sekarang pikirkan perjalanan saat kamu pergi dari rumah ke sekolah. Apakah kendaraan yang kamu tumpangi melaju dengan kecepatan tetap? Bagaimana kamu dapat mengukur besar kecepatan kendaraan yang kamu tumpangi? Perhatikan Gambar 1.3! Pada tersebut tampak seorang atlet yang bergerak lurus beraturan mampu

menempuh jarak 30 meter dalam waktu 6 sekon. Dengan kata lain, atlet tersebut mampu menempuh jarak 5 meter setiap sekonnya. Kemampuan atlet dalam menempuh jarak ( $s$ ) tertentu setiap sekonnya ( $t$ ) disebut sebagai kelajuan atau secara matematis dapat ditulis:

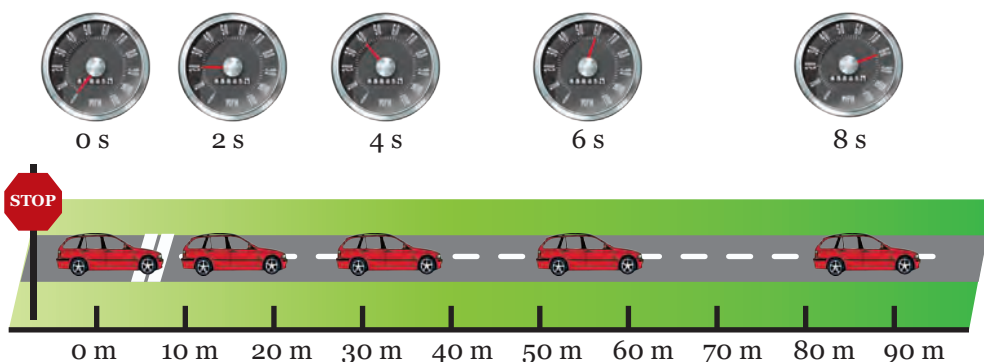
$$v = \frac{s}{t}.$$



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.3** Jarak dan Waktu Tempuh Seorang Atlet yang Sedang Berlari

Tahukah kamu bagaimana cara mengukur kelajuan kendaraan bermotor? Apakah benar dengan menggunakan *speedometer*? Ternyata, *speedometer* yang ada di kendaraan tidak mengukur kecepatan gerak, tetapi mengukur kelajuan. Perhatikan Gambar 1.4!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.4** Perubahan Kelajuan pada Mobil yang Sedang Melaju

Angka yang ditunjukkan pada *speedometer* selalu berubah-ubah. Hal ini menunjukkan kelajuan sesaat mobil yang sedang bergerak. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapatkah kamu mendefinisikan

apa yang dimaksud dengan kelajuan sesaat? Berdasarkan Gambar 1.4 dapatkah kamu menentukan kelajuan sesaat mobil pada saat 2 sekon, 4 sekon, dan 8 sekon?

Pada mobil tertentu, biasanya dilengkapi oleh alat yang disebut dengan *Global Positioning System* (GPS) untuk menginformasikan posisi, kecepatan, arah, dan waktu secara akurat. Perhatikanlah Gambar 1.5, terlihat pada GPS mobil melaju dengan kelajuan yang tetap, yaitu 20 m/s atau 72 km/jam. Tahukah kamu apa artinya?



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.5** *Global Positioning System* (GPS) pada Mobil

Jika kelajuan mengukur jarak tempuh, maka kecepatan mengukur perpindahan ( $\Delta s$ , dengan  $\Delta$  adalah perubahan/selisih) gerak benda tiap satuan waktu ( $t$ ).

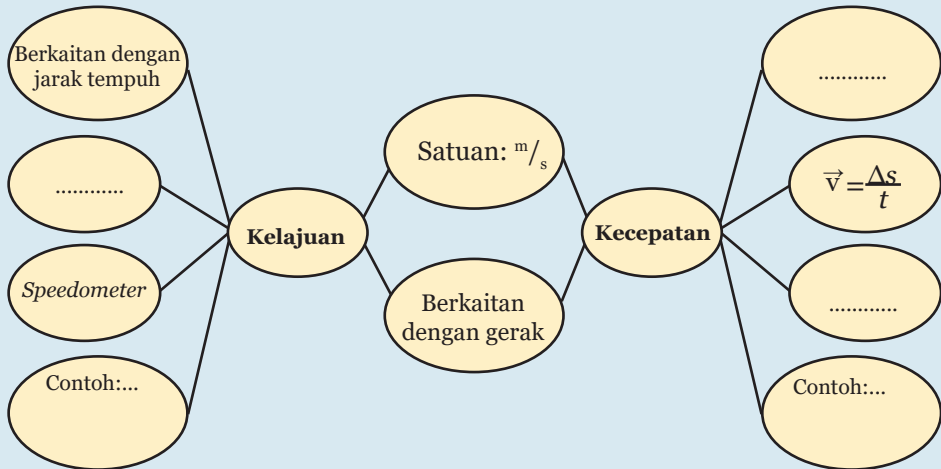
$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{t}$$

Meskipun kelajuan dan kecepatan memiliki definisi konsep yang berbeda, namun pada Gerak Lurus Beraturan (GLB) besar kecepatan dan kelajuan memiliki nilai, simbol ( $v$ ), serta satuan yang sama (m/s).



## Ayo, Kita Selesaikan

1. Lengkapi *double bubble map* tentang perbedaan antara kelajuan dengan kecepatan berikut!



2. Perhatikan tabel di bawah ini!

**Tabel 1.1** Waktu dan Jarak Tempuh Bersepeda

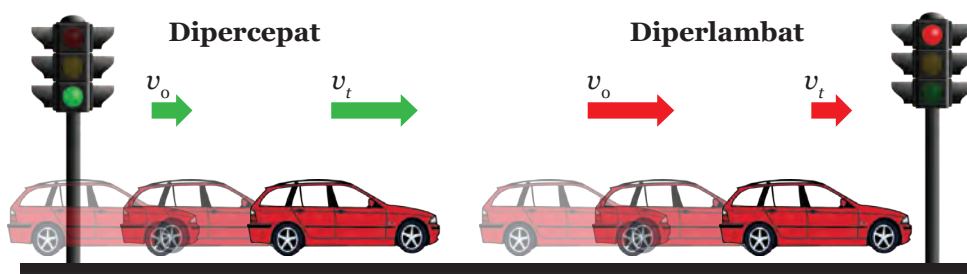
Waktu (sekon)	Jarak (meter)
0	0
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10

Tabel 1.1 tersebut menunjukkan besarnya jarak dan waktu yang diperlukan sepeda untuk bergerak. Coba gunakan rumus kelajuan dan percepatan untuk menghitung:

- a. Kelajuan sepeda pada sekon ke-2
- b. Kelajuan sepeda pada sekon ke-4
- c. Kelajuan sepeda pada sekon ke-5
- d. Percepatan yang dialami sepeda

Kesimpulan apakah yang diperoleh dari gerak sepeda tersebut?

Saat melakukan perjalanan dari rumah ke sekolah, kendaraan yang kamu tumpangi akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah tiap waktu. Perhatikan Gambar 1.6!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.6** Perubahan Kecepatan Mobil Saat Menjauhi Lampu Hijau dan Mendekati Lampu Merah

Gambar 1.6 menunjukkan mobil yang sedang bergerak menjauhi lampu lalu lintas akan dipercepat, sedangkan saat mendekati lampu lalu lintas akan diperlambat. Percepatan atau perlambatan mobil tersebut dengan mudah dapat diamati dari adanya perubahan besar kelajuan mobil yang ditunjukkan oleh jarum *speedometer* atau angka yang muncul pada GPS. Secara matematis, percepatan dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \text{ dengan } \Delta v = v_t - v_o$$

dengan:

$a$  = percepatan ( $\text{m/s}^2$ )

$\Delta v$  = perubahan kecepatan ( $\text{m/s}$ )

$\Delta t$  = perubahan waktu ( $\text{s}$ )

$v_t$  = kecepatan akhir ( $\text{m/s}$ )

$v_o$  = kecepatan awal ( $\text{m/s}$ )



### Ayo, Kita Diskusikan

Saat mendekati lampu lalu lintas, mobil yang awalnya bergerak dengan kecepatan sebesar 72 km/jam ( $20 \text{ m/s}$ ) diperlambat hingga 0 km/jam dalam selang waktu 5 sekon dengan proses perubahan seperti dalam Tabel 1.2.

**Tabel 1.2** Waktu dan Jarak Tempuh Mobil

$v_o$ (m/s)	$t$ (s)	$v_t$ (m/s)
20	0	20
	1	16
	2	12
	3	8
	4	4
	5	0

Berapakah perubahan kecepatan mobil dalam setiap sekon? Coba diskusikan dengan teman sebangkumu!

Setelah melakukan diskusi, apakah kamu telah menemukan besarnya perubahan kecepatan dalam setiap sekon? Berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1.2 dapat diketahui besar perlambatan mobil sebesar  $4 \text{ m/s}^2$ . Nilai tersebut diperoleh dari:

$$v_o = 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_t = 0 \text{ km/jam} = 0 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 5 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(20 - 0)}{5} = 4 \text{ m/s}^2$$

Karena perubahan kecepatan mobil dalam setiap sekon selalu tetap, maka percepatan gerak mobil adalah tetap sehingga mobil tersebut bergerak lurus berubah beraturan (GLBB).

Percepatan benda tidak hanya berlaku pada kendaraan yang sedang bergerak secara horizontal, tetapi juga pada benda yang bergerak secara vertikal. Semua benda yang ada di permukaan bumi mengalami gaya gravitasi bumi. Gaya gravitasi yang dimaksud adalah gaya tarik benda oleh bumi sehingga benda mengalami percepatan konstan yaitu sebesar  $9,8 \text{ m/s}^2$  (percepatan gravitasi). Untuk memudahkan dalam perhitungan, percepatan gravitasi bumi dibulatkan menjadi  $10 \text{ m/s}^2$ .





### Ayo, Kita Selesaikan

1. Sebuah mobil yang mula-mula diam bergerak dipercepat beraturan hingga kecepatannya menjadi 72 km/jam setelah bergerak selama 30 sekon. Percepatan yang dialami mobil tersebut adalah ....
2. Buah kelapa yang sudah tua dan matang jatuh dari pohonnya. Jika percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , berapakah kecepatan buah kelapa setelah jatuh selama 3 sekon?

## 2. Gaya

Gaya adalah tarikan atau dorongan. Gaya dapat mengubah bentuk, arah, dan kecepatan benda. Misalnya pada plastisin, kamu dapat melempar plastisin, menghentikan lemparan (menangkap) plastisin, atau bahkan mengubah bentuk plastisin dengan memberikan gaya. Tahukah kamu, gaya apakah yang diberikan pada plastisin tersebut? Ada berapa jenis gaya yang dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari?

Gaya dapat dibedakan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya sentuh contohnya adalah gaya otot dan gaya gesek. Gaya otot adalah gaya yang ditimbulkan oleh koordinasi otot dengan rangka tubuh. Misalnya, seseorang hendak memanah dengan menarik mata panah ke arah belakang (Gambar 1.7a). Gaya gesek adalah gaya yang diakibatkan oleh adanya dua buah benda yang saling bergesekan. Gaya gesek selalu berlawanan arah dengan gaya yang diberikan pada benda. Contohnya adalah gaya gesekan antara meja dengan lantai. Meja yang didorong ke depan akan bergerak ke depan, namun pada waktu yang bersamaan meja juga akan mengalami gaya gesek yang arahnya berlawanan dengan arah gerak meja.





Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.7** Contoh (a) Seseorang Hendak Memanah, (b) Peserta Didik sedang Mendorong Meja

Gaya tak sentuh adalah gaya yang tidak membutuhkan sentuhan langsung dengan benda yang dikenai. Contohnya seperti saat kita mendekatkan ujung magnet batang dengan sebuah paku besi. Seketika paku besi akan tertarik dan menempel pada magnet batang. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pengaruh gaya magnet yang ditimbulkan magnet batang. Selain gaya magnet, gaya gravitasi pada orang yang sedang terjun payung juga merupakan contoh gaya tak sentuh. Lebih lanjut tentang gaya dan interaksinya terhadap gerak benda akan dibahas pada pembahasan tentang Hukum Newton tentang gerak.

### 3. Hukum Newton

#### a. Hukum I Newton

Coba pikirkan, mengapa saat berada di dalam bus yang sedang melaju kencang dan tiba-tiba bus direm badan kita akan terdorong ke depan? Mengapa pada saat berada di dalam mobil kita perlu mengenakan sabuk pengaman? Sebelum mempelajari Hukum I Newton, lakukanlah aktivitas berikut ini!



## Ayo, Kita Lakukan

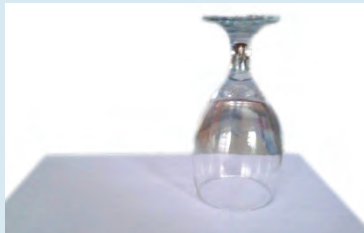
### Aktivitas 1.2 Sifat Kelembaman Suatu Benda

#### Apa yang kamu perlukan?

1. 1 lembar kertas HVS
2. 1 buah gelas

#### Apa yang harus kamu lakukan?

1. Letakkan selembar kertas di atas meja, kemudian letakkan gelas di atas kertas tersebut (seperti pada Gambar 1.8)!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.8** Set Percobaan Kelembaman Suatu Benda

2. Tariklah kertas secara horizontal dengan perlahan. Amati apa yang terjadi pada gelas dan ulangi hingga 3 kali!
3. Tariklah kertas secara horizontal dengan sekali hentakan yang cepat! Amati peristiwa yang terjadi pada gelas dan ulangi hingga 3 kali!

#### Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bagaimana keadaan gelas pada perlakuan nomor 2?
2. Bagaimana keadaan gelas pada perlakuan nomor 3?
3. Apa yang mengakibatkan perbedaan keadaan gelas akibat perlakuan nomor 2 dan 3?
4. Berapa besar resultan gaya pada benda diam?

#### Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Pada percobaan sifat kelembaman suatu benda, kamu menemukan fakta bahwa gelas akan tetap diam saat kertas ditarik dengan cepat secara horizontal. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa benda memiliki kecenderungan untuk tetap mempertahankan keadaan diam atau geraknya dengan kecepatan tetap yang disebut sebagai inersia atau kelembaman benda.

Contoh lain yang menunjukkan inersia benda adalah saat kamu berada di dalam sebuah mobil yang sedang melaju kencang kemudian tiba-tiba di rem. Badan kamu akan terdorong ke depan karena badan ingin mempertahankan geraknya ke depan. Peristiwa tersebut yang pada akhirnya memunculkan ide teknologi sabuk pengaman yang dipasang di kendaraan bermotor, khususnya mobil. Perhatikan Gambar 1.9!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.9** Sabuk Pengaman Wajib Digunakan saat Berada di dalam Mobil yang Sedang Melaju

Newton menyatakan sifat inersia benda bahwa benda yang tidak mengalami resultan gaya ( $\sum F=0$ ) akan tetap diam atau bergerak lurus beraturan. Hal ini selanjutnya dikenal dengan Hukum I Newton.

## b. Hukum II Newton

Sebelum mempelajari Hukum II Newton, lakukanlah kegiatan berikut ini!



**Ayo, Kita Lakukan**

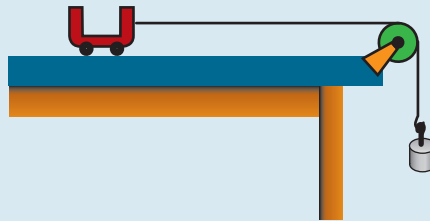
### Aktivitas 1.3 Percobaan Hukum II Newton

#### Apa yang kamu perlukan?

1. 2 buah beban 100 gram
2. 1 katrol
3. Tali 2 meter
4. 1 kereta

### Apa yang harus kamu lakukan?

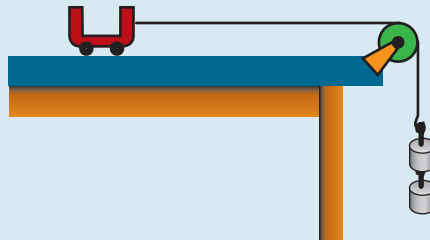
1. Percobaan I: rangkailah kereta, katrol, tali, dan beban (100 g) seperti Gambar 1.10!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.10** Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban 100 g

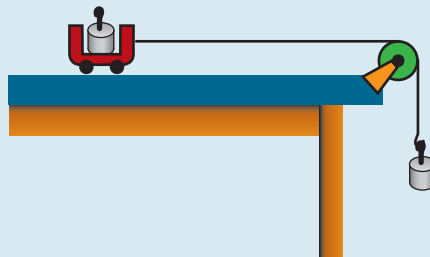
2. Amati gerak kereta!
3. Percobaan II: tambahkan beban ( $2 \times 100$  g) pada rangkaian percobaan seperti pada Gambar 1.11!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.11** Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Beban  $2 \times 100$  g

4. Amati gerak kereta!
5. Percobaan III: pindahkan salah satu beban (100 g) yang menggantung, ke atas kereta seperti pada Gambar 1.12!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.12** Rangkaian Kereta, Katrol, Tali, dan Salah Satu Beban di atas Kereta

6. Amati percepatan gerak kereta!

## Data Hasil Percobaan

**Tabel 1.3** Hasil Percobaan Hukum II Newton

No Percobaan	$F$ = Berat Beban yang Digantung (N)	$m$ = Massa Kereta + Massa Beban (kg)	Percepatan Kereta
I			
II			
III			

Keterangan: untuk menuliskan data percepatan kereta dapat diurutkan dari yang tercepat (1), cepat (2), dan kurang cepat (3).

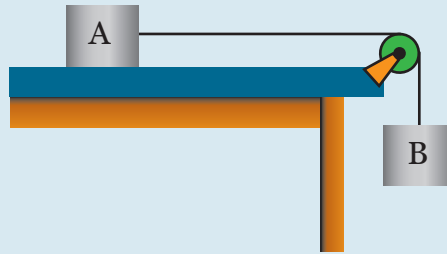
### Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Apa yang memengaruhi perbedaan besar percepatan pada percobaan II dan III?
2. Bagaimana hubungan antara gaya (berat beban yang digantung) dengan percepatan sistem berdasarkan percobaan II dan III?
3. Apa yang memengaruhi perbedaan besar percepatan sistem pada percobaan I dan III?
4. Bagaimana hubungan antara massa total (massa kereta + massa beban) dengan percepatan kereta berdasarkan percobaan I dan III?
5. Seorang pemain sepatu roda yang massanya 50 kg meluncur dengan percepatan  $4 \text{ m/s}^2$  pada saat resultan gayanya 200 N. Bagaimanakah gerakan pemain sepatu roda jika mengalami perubahan kecepatan seperti dalam Tabel 1.4.

**Tabel 1.4** Hubungan antara Massa dan Percepatan

Gaya (N)	Massa (kg)	Percepatan ( $\text{m/s}^2$ )
200	50	4
100	50	
100	25	
	25	2
200		5

6. Balok A dan B dihubungkan dengan menggunakan tali dan katrol seperti pada Gambar 1.13.



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.13** Rangkaian Balok, Katrol, dan Tali

Jika massa balok A sama dengan massa balok B ( $m_A = m_B = m$ ), pilihlah jawaban yang benar dari masing-masing pertanyaan di bawah ini! (Lingkari jawaban yang benar)

- Massa sistem (A + B) adalah  
**[m] [2 m]**
- Gaya yang bekerja pada sistem adalah berat balok  
**[A] [B] [A+B]**
- Gaya berat balok B adalah  
 **$[\frac{mg}{2}] [mg] [2 mg]$**
- Besar percepatan sistem adalah  
**[kurang dari g] [g] [lebih besar dari g]**

Ingat! Bahwa  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi yang besarnya adalah  $10 \text{ m/s}^2$ .

### Apa yang dapat kamu simpulkan?

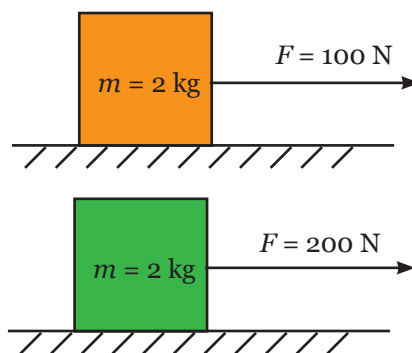
Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan tentang Hukum II Newton?

Percobaan tersebut membuktikan bahwa percepatan gerak sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang diberikan, namun berbanding terbalik dengan massanya atau dapat dirumuskan:

$$a \approx \frac{\sum F}{m}$$

Di dalam kehidupan sehari-hari kita sering menemui fakta bahwa pada saat memindahkan balok (Gambar 1.14), akan lebih cepat jika gaya yang dikenakan semakin besar. Hal ini dikarenakan gaya berbanding lurus dengan percepatan. Jadi, dengan gaya yang besar maka akan didapatkan percepatan yang lebih besar juga.

Contoh lainnya adalah saat memindahkan meja yang ringan akan lebih cepat daripada memindahkan lemari yang berat jika kita menggunakan besar gaya dorong yang sama. Hal ini disebabkan massa meja yang lebih kecil daripada massa lemari dan massa berbanding terbalik dengan percepatan benda. Semakin kecil massa benda, maka semakin besar percepatan benda tersebut.



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.14** Benda yang Ditarik dengan Gaya Tertentu

### c. Hukum III Newton

Pernahkah kamu berpikir, bagaimana sebuah roket dapat meluncur ke angkasa? Roket yang terdorong ke atas diakibatkan oleh semburan gas ke bawah. Perhatikan Gambar 1.15! Semakin kuat semburan gas ke bawah, maka roket akan semakin cepat terdorong ke atas. Berdasarkan fakta tersebut, apa yang sebenarnya terjadi pada roket yang sedang diluncurkan? Gaya-gaya apa saja yang memengaruhi gerak roket tersebut? Apakah gaya-gaya pada gerak roket saat pertama kali diluncurkan sama seperti gaya-gaya roket saat sudah lepas dari landasannya? Untuk memahami secara rinci mengenai gerak roket, ayo diskusikan pertanyaan-pertanyaan berikut ini!



Sumber: Hans, 2013

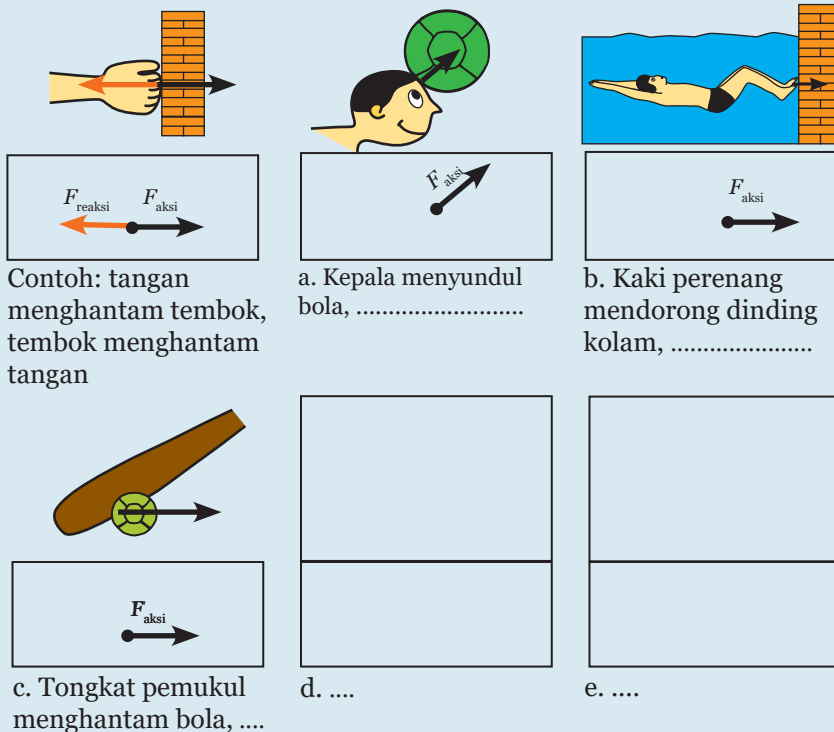
**Gambar 1.15** Roket



#### Ayo, Kita Diskusikan

1. Perhatikan contoh yang terdapat pada Gambar 1.16! Disajikan pasangan gaya aksi – reaksi yang ditunjukkan dengan menggunakan anak panah (vektor gaya) dan keterangan gaya aksi reaksi yang bekerja pada benda. Tugasmu adalah menggambarkan anak panah untuk gaya reaksi dan menuliskan keterangan gaya reaksi yang bekerja, pada benda a sampai dengan c dan menggambarkan 2 contoh tambahan pada poin d dan e.

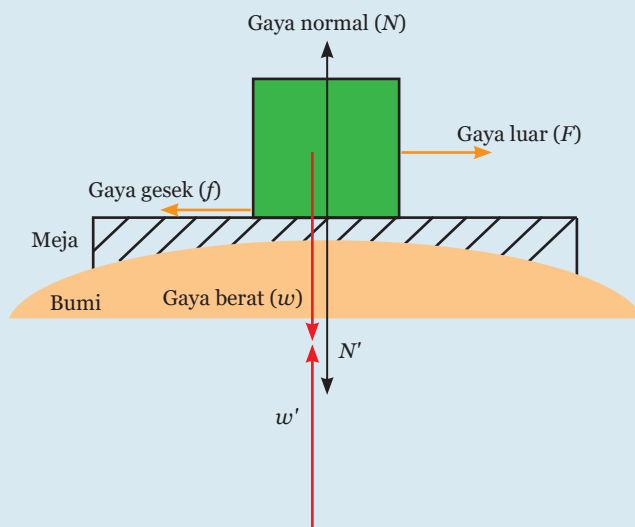




Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.16** Pasangan Gaya Aksi dan Reaksi

2. Sebuah balok diletakkan di atas meja seperti pada Gambar 1.17. Balok diam dan memiliki berat sebesar 1 N.



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.17** Gaya yang Bekerja pada Balok yang Terletak di Atas Meja

dengan:

$w$  = gaya pada balok oleh bumi

$w'$  = gaya pada bumi oleh balok

$F$  = gaya luar pada balok berupa gaya tarik

$f$  = gaya gesek pada balok oleh meja

$N$  = gaya normal pada balok oleh meja

$N'$  = gaya normal pada meja oleh balok

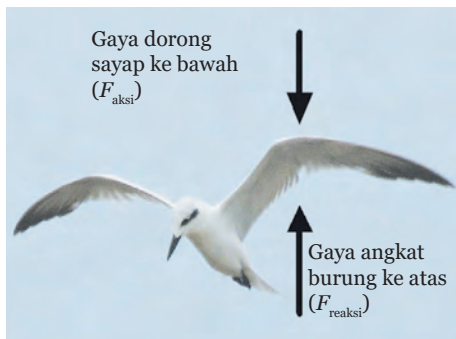
Berdasarkan gambar tersebut pilihlah jawaban yang benar dari pertanyaan-pertanyaan berikut! (Lingkari jawaban yang benar)

- Gaya berat ( $w$ ) balok sebesar 1 N disebabkan oleh:  
**[bumi] [lantai]**
- Lantai menahan balok dengan gaya normal  $N$  dan arah yang berlawanan dengan  $w$ . Besar  $N$  adalah:  
**[sama dengan  $w$ ] [kurang dari  $w$ ] [lebih dari  $w$ ]**
- Karena balok berada pada keadaan seimbang (diam), maka total gaya yang bekerja pada balok adalah:  
**[nol] [tidak sama dengan nol]**
- Nilai  $N$  sama dengan  $w$  dan  $N$  berlawanan arah dengan  $w$ , maka  $N$  dan  $w$  merupakan **[pasangan gaya aksi – reaksi] [bukan merupakan pasangan gaya aksi – reaksi]**. Hal tersebut dikarenakan pasangan gaya aksi – reaksi selalu bekerja pada **[satu benda yang sama] [dua benda yang berbeda]** dan dapat dilihat bahwa  $N$  dan  $w$  **[keduanya bekerja pada benda yang sama] [keduanya bekerja pada benda yang berbeda]**.

Hukum III Newton menyatakan bahwa ketika benda pertama mengerjakan gaya ( $F_{\text{aksi}}$ ) pada benda kedua, maka benda kedua tersebut akan memberikan gaya ( $F_{\text{reaksi}}$ ) yang sama besar ke benda pertama namun berlawanan arah atau  $F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$ . Jadi gaya aksi reaksi selalu bekerja pada dua benda yang berbeda dengan besar yang sama. Contoh gaya aksi dan reaksi tersebut misalnya pada peristiwa orang berenang. Gaya aksi dari tangan perenang ke air mengakibatkan gaya reaksi dari air ke tangan dengan besar gaya yang sama namun arah gaya berlawanan, sehingga orang tersebut akan terdorong ke

depan meskipun tangannya mengayuh ke belakang. Karena massa air jauh lebih besar daripada massa orang, maka percepatan yang dialami orang akan jauh lebih besar daripada percepatan yang dialami air. Hal ini mengakibatkan orang tersebut akan melaju ke depan.

Tahukah kamu bahwa gerak burung terbang dapat dijelaskan dengan menggunakan hukum III Newton. Perhatikan Gambar 1.18! Burung mengepakkan sayap ke belakang untuk memberikan gaya aksi ke udara. Udara yang massanya jauh lebih besar daripada burung, memberi gaya reaksi yang nilainya sama besar dengan gaya aksi namun berlawanan arah, sehingga mengakibatkan burung dapat melaju kencang ke depan. Lalu bagaimana gerakan burung di tempat yang hampa udara? Coba pikirkan apa yang akan terjadi pada burung, diskusikan dengan temanmu! Untuk lebih memahami konsep yang ada pada Hukum I, II, dan III Newton, lakukan kegiatan berikut bersama teman-temanmu.



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 1.18** Gaya yang Bekerja pada Saat Burung Terbang



### Ayo, Kita Diskusikan

1. Lengkapi Tabel 1.5 berikut dengan analisis peristiwa-peristiwa yang tertera pada tabel. Centang apakah peristiwa tersebut merupakan penerapan dari Hukum I, II, atau III Newton, kemudian tuliskan alasanmu pada kolom alasan dengan baik dan benar!

**Tabel 1.5** Hubungan Hukum Newton dengan Peristiwa Sehari-hari

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
1	Dua ekor kijang yang saling beradu kekuatan terpental akibat saling mendorong satu sama lain.				

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
2	Dua ekor badak jantan yang bermassa sama melakukan adu kekuatan untuk memperebutkan daerah kekuasaan. Keduanya saling mendorong dengan gaya yang sama, sehingga tidak ada satupun badak yang bergeser dari posisinya.				
3	Seekor anak badak bermain-main dengan induknya. Anak badak tersebut terpental ke belakang karena mencoba mendorong induknya dengan kuat.				
4	Seekor harimau jantan mendorong anak kijang dengan kekuatan penuh hingga terpental jauh.				
5	Seekor elang terbang bebas di udara dengan cara mengepakkan sayapnya ke bawah. Kecepatan udara yang lebih cepat di bagian atas sayap mengakibatkan elang tersebut terangkat ke atas.				
6	Seekor gajah betina mendorong anaknya ke sungai untuk minum. Gajah betina tersebut mendorong anaknya dengan hati-hati karena massa tubuhnya yang jauh lebih besar daripada massa tubuh anaknya.				
7	Seekor ikan berenang di dalam air dengan cara menggerakkan siripnya ke belakang.				
8	Seekor jerapah jantan memiliki kepala yang besar untuk menyerang jerapah jantan lainnya saat dewasa.				

No	Peristiwa	Hukum Newton			Alasan
		I	II	III	
9	Seekor kuda berlari dengan kecepatan konstan sambil membawa sebuah paket di punggungnya. Secara tiba-tiba kambing tersebut berhenti sehingga terlempar ke depan.				
10	Seorang joki kuda mengikuti kompetisi final berkuda. Di-menit terakhir kuda yang ditunggangnya berhenti secara tiba-tiba, sehingga joki tersebut terpelantai ke depan.				

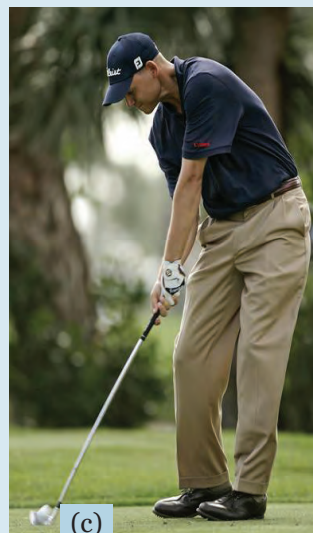
2. Jelaskan penerapan Hukum Newton pada kegiatan olahraga seperti basket, golf, senam lantai, sepak bola, dan lain-lain!



(a)



(b)



(c)

Sumber: (a) lh5.ggpht.com, (b) espn.go.com, (c) golftips.golfsmith.com

**Gambar 1.19** Berbagai Jenis Olahraga, (a) Sepak Bola, (b) Basket, (c) Golf

Setelah kamu mempelajari mekanisme benda yang bergerak dan gaya-gaya yang berlaku di dalamnya, pernahkah kamu berpikir bagaimana tubuh kita dapat melakukan gerak? Agar lebih memahaminya, ayo palajari materi berikut ini dengan saksama!