



Bab 4

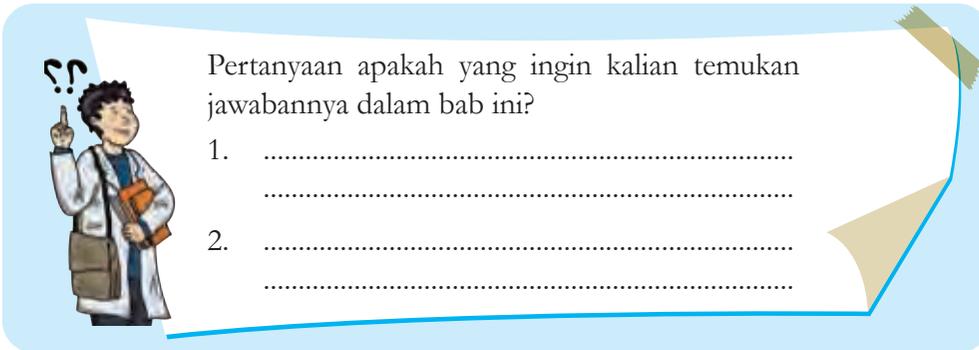
Gerak dan Gaya

Pada tanggal 31 Mei 2020, telah terukir dalam sejarah bahwa untuk pertama kalinya, sebuah perusahaan swasta bernama *Space-X* meluncurkan dua orang astronaut Amerika ke *International Space Station (ISS)*. Misi Crew Dragon Demo-2 tersebut berakhir sukses dan kedua astronaut pun tiba di ISS sekitar 19 jam setelah peluncuran dilakukan. Fakta hebat lainnya adalah peluncuran roket tersebut adalah peluncuran pertama dengan biaya paling murah karena dapat mendaratkan roket tanpa harus menghancurkannya sehingga dapat dipakai kembali atau didaur ulang, menarik kan? Nah, bagaimana sistem kerja dari peluncuran roket tersebut? Bagaimana kaitannya dengan konsep gerak dan gaya?

Pada akhir kegiatan di bab ini kalian akan mempraktikkan konsep gerak dan gaya dengan membuat purwarupa roket sederhana. Ayo pelajari bab ini dengan antusias.

Kata kunci

- gerak
- perpindahan
- kecepatan
- percepatan
- gaya



Pertanyaan apakah yang ingin kalian temukan jawabannya dalam bab ini?

1.
2.

A. Gerak Benda

Bagaimana cara kalian datang ke sekolah? Apakah naik mobil? Motor? Atau berjalan kaki? Tahukah kalian berapa jarak yang ditempuh dari rumah kalian? Berapa lama waktu yang diperlukan?

Cobalah kalian berpindah tempat duduk dari posisi awal kalian duduk di kelas menuju posisi duduk pada barisan paling depan, kemudian lanjutkan ke barisan paling belakang. Hitunglah banyaknya langkah menuju posisi tersebut, kemudian ukurlah waktu yang diperlukannya. Bandingkanlah banyaknya jumlah langkah dan waktu untuk menuju kedua posisi terdepan maupun ke belakang tersebut.

1. Perpindahan dan Jarak Tempuh Benda

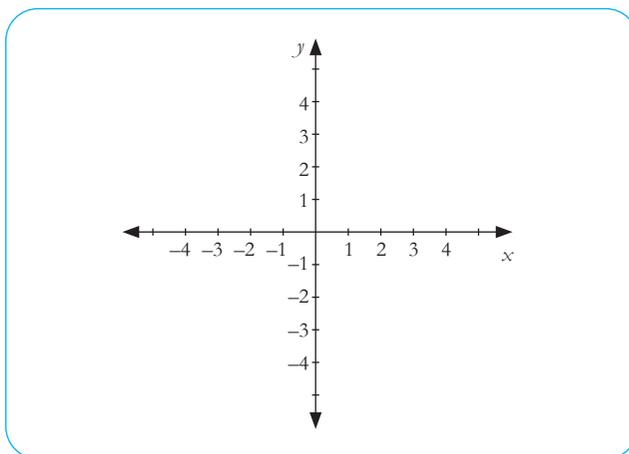
Ketika kalian berangkat dari rumah menuju ke sekolah atau berpindah posisi dari tempat duduk depan ke tempat duduk pada bagian belakang, kalian dikatakan telah bergerak. Jadi, apa sesungguhnya gerak itu menurut kalian?

Makhluk hidup bergerak dengan kemauan dirinya sendiri untuk mencari makanan. Lemari bergerak karena didorong oleh ayah. Gerak semua benda tersebut memerlukan informasi besarnya **perpindahan** yang diperlukan dari satu posisi ke

posisi lainnya atau informasi tentang nilai lintasan yang dilalui gerak benda yang dikenal dengan **jarak tempuh**.

Kita dapat menggambarkan gerak sebuah benda secara mendetail setelah kita mampu mendefinisikan besaran-besaran gerak untuk benda tersebut. Dengan mengetahui besaran gerak tersebut, kita akan mengetahui pada saat tertentu benda berada di mana dan bergerak ke arah mana.

Besaran - besaran gerak yang pertama kali perlu diketahui adalah **posisi**, **perpindahan** dan **jarak tempuh**. Agar dapat menjelaskan gerak benda secara lengkap, kita memerlukan bantuan sumbu koordinat. Tentu kalian sudah kenal dengan sumbu koordinat kartesian dengan lambang sumbu x dan y bukan?



Gambar 4.1 Sumbu koordinat dalam arah x dan y .

Jumlah sumbu koordinat yang digunakan bergantung pada arah gerak yang akan kita bahas. Jika benda hanya bergerak pada lintasan berupa garis lurus maka kita cukup menggunakan satu sumbu koordinat (misalkan pada sumbu- x). Gerak semacam ini sering disebut gerak satu dimensi (satu arah pandang). Dapakah kalian menuliskan contoh benda yang bergerak dalam satu dimensi di dalam kehidupan sehari-hari?

Pada bab ini kita akan membatasi pada gerak satu dimensi dengan posisi dilambangkan simbol x . Misalkan rumah kalian sebagai posisi awal (x_0) karena tempat mulai kalian bergerak dan sekolah sebagai posisi akhir (x_t). Jadi kalian tahu apa pengertian posisi itu?

Besar total perpindahan yang kalian lakukan adalah pengurangan nilai dari posisi akhir terhadap posisi awal. Jika rumah kalian sebagai posisi awal dan sebagai titik acuan maka rumah kalian dapat diberikan angka 0 meter. Adapun posisi sekolah terhadap rumah kalian misalkan memiliki nilai 100 meter seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.2**. Dapat dengan mudah kalian hitung total perpindahan kalian dari rumah ke sekolah adalah sebesar 100 m ($100 \text{ m} - 0 \text{ m}$).

Ungkapan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut.

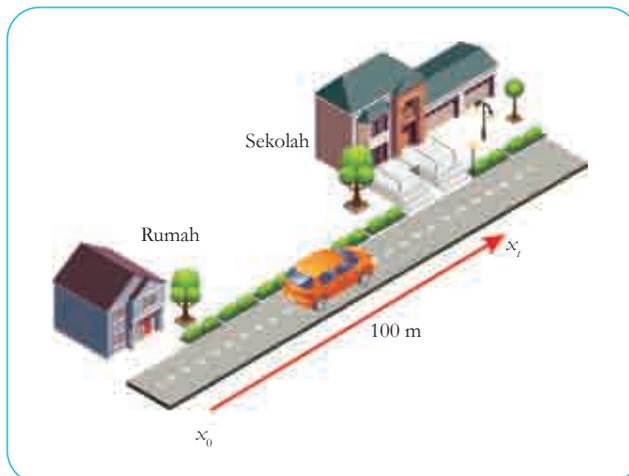
$$\Delta x = x_t - x_0 \quad (1)$$

Keterangan:

Δx = Perubahan posisi, satuannya meter (m)

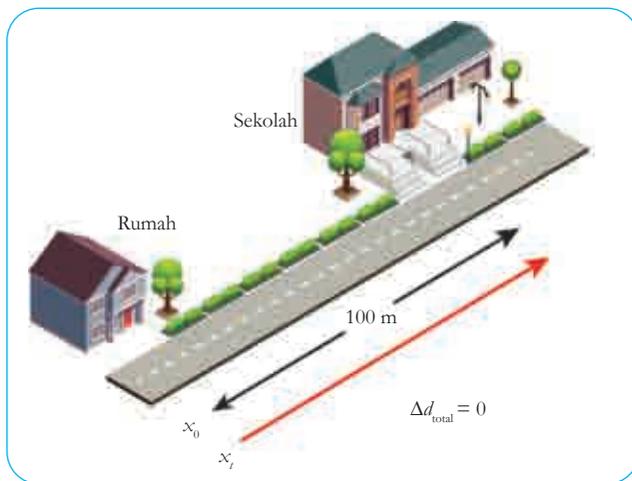
x_0 = Posisi awal, satuannya meter (m)

x_t = Posisi akhir, satuannya meter (m)



Gambar 4.2 Contoh besar perpindahan yang dilakukan dari rumah ke sekolah.

Saat kalian tiba di sekolah, tiba-tiba kalian merasakan sakit perut. Ibu guru memerintahkan kalian untuk segera pulang ke rumah. Sehingga dalam pengertian Sains, jika kalian kembali ke posisi semula saat kalian mulai bergerak tadi kalian **tidak melakukan perpindahan**. Dapatkah kalian menjelaskannya? **Gambar 4.3** mungkin dapat membantu kalian menjawab pertanyaan.



Gambar 4.3 Besar total perpindahan ketika kembali ke posisi awal keberangkatan/mulai bergerak.

Berbeda dengan perpindahan yang kalian lakukan, nilai jarak tempuh tidaklah nol, tapi bernilai 200 m. Mengapa menjadi bernilai 200 meter? Kini kalian dapat membedakan perpindahan dan jarak tempuhkan?

Sebelum kalian kembali pulang ke rumah karena sakit perut, terlihat seorang kawan sudah duduk di kelas sambil membaca buku pelajaran. Ibu guru mengatakan, kawan kalian tersebut sudah tiba lebih awal di sekolah. Padahal rumah kawan kalian tersebut masih berada di dalam satu komplek perumahan dan tidak jauh dari rumah kalian. Mengapa kawan kalian bisa sampai lebih dahulu dari kalian padahal kalian berdua berangkat pada waktu yang bersamaan?

Setelah diselidiki ternyata kawan kalian tersebut menempuh jalan yang berbeda dari kalian. Ia menggunakan sepeda dan melalui jalan-jalan

pintas menuju sekolah. Dari sini dapat dikatakan bahwa kalian dan kawan kalian tersebut memiliki **jarak tempuh yang berbeda**. Bisa jadi, saat kalian menggunakan mobil, kalian menempuh jarak yang lebih panjang untuk menuju sekolah karena mobil harus melalui jalan raya. Berdasarkan cerita di atas kalian sudah dapat memahami pengertian jarak tempuh bukan?



Gambar 4.4

Dua orang siswa yang menempuh jarak yang berbeda saat menuju sekolah.

Selama kalian berada di dalam mobil menuju ke sekolah, kalian melintasi seseorang yang sedang diam di tepi jalan raya. Orang tersebut melihat bahwa kalian sedang bergerak bersama mobil terhadap sebuah kota yang kalian tinggali. Kalian yang sedang berada di dalam mobil akan melihat bahwa pengamat bergerak juga dengan arah yang berlawanan dengan arah gerak mobil. Jadi, *sebuah benda dikatakan bergerak tergantung dari pengamat dan titik acuan yang dipergunakan*. Hal tersebut menunjukkan bahwa gerak benda bersifat relatif atau tidak mutlak.



Gambar 4.5 Ilustrasi gerak relatif antara pengamat dan benda.

Sumber: shutterstock.com/siam.pukkato

2. Apakah Kita Semua Bergerak Relatif?

Menurut kalian apakah orang yang dipinggir jalan benar-benar bergerak? Kalian telah mengetahui bahwa gerak adalah perubahan jarak dan/atau posisi benda terhadap titik acuan yang pilih. Saat kalian melihat orang di pinggir jalan, apakah ia bergerak? Apakah termasuk gerak nyata atau gerak semu?

Gerak semu adalah benda yang sebenarnya diam namun oleh pengamat teramati bahwa benda tersebut seolah-olah bergerak. Gerak semu biasanya diakibatkan oleh karena keadaan pengamat yang sedang berada dalam suatu sistem yang bergerak. Contoh gerak semu yaitu pada saat kita naik bus, pohon-pohonan di tepi jalan seperti bergerak berlari meninggalkan kita. Padahal sebenarnya, yang bergerak adalah bus saat kita sedang berada di dalamnya. Jadi kita semua bergerak relatif.

Saat kalian hendak kembali pulang ke rumah lagi karena sakit perut, mobil yang akan menjemput sudah tiba di tempat parkir. Saat kalian melihat jam dinding di pintu masuk sekolah, jarum jam baru menunjukkan pukul 07.30 WIB. Padahal tadi kalian menelpon orang tua di rumah pada pukul 07.15 WIB. Itu artinya mobil hanya memerlukan waktu 15 menit dari rumah ke sekolah. Biasanya waktu yang diperlukan mobil untuk ke sekolah adalah 30 menit. Mengapa bisa terjadi demikian? Apa yang terjadi dengan mobil yang akan menjemput kalian tersebut?

3. Kenapa Waktu Tiba Bisa Berbeda?

Jarak yang ditempuh suatu benda diukur dari seberapa jauh benda itu telah bergerak dari titik acuan sebagai posisi awal. Kalian juga telah mengetahui bahwa perpindahan adalah seberapa jauh suatu benda berpindah dihitung dari titik awal acuan, tanpa memperhatikan bentuk lintasan, apakah berkelok-kelok atau lurus. Semuanya diukur dengan menarik garis lurus dari posisi awal hingga posisi akhir benda seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.2**.

Jika jarak tempuh dari mobil yang tiba untuk menjemput kalian dibandingkan parameter waktu, maka akan didapatkan sebuah informasi penting lainnya dalam konsep gerak yaitu yang dikenal sebagai **kelajuan**.

Dengan membandingkan jarak tempuh terhadap waktu, maka kalian akan mendapatkan nilai kelajuan sebuah benda ketika bergerak. Kelajuan dapat ditulis dalam persamaan berikut.

$$v = \frac{s}{t} \quad (2)$$

Keterangan:

v = Kelajuan, satuannya m/s

s = Jarak tempuh, satuannya meter (m)

t = waktu, satuannya adalah sekon atau detik (s)

Coba kalian ingat kembali, apakah saat naik kendaraan atau mobil ketika menuju sekolah laju mobil tersebut terasa cepat atau lambat? Atau berubah-ubah?

Kelajuan yang konstan atau bernilai tetap adalah kelajuan gerak suatu benda ketika setiap bagian jarak itu ditempuh dalam waktu yang sama, seperti yang ditunjukkan pada **Persamaan 2**. Kelajuan tetap atau konstan ini biasanya hanya bisa terjadi dalam waktu sesaat atau sebentar saja (dalam hitungan detik atau menit). Maka dari itu laju tetap ini sering disebut laju sesaat. Pada kenyatannya, sangat sulit untuk membuat sebuah benda melaju dengan konstan dalam waktu yang lama. Untuk itu diperlukan konsep yang lebih praktis, yang dikenal sebagai kelajuan rata-rata.

Kelajuan rata-rata ialah kelajuan gerak benda yang menempuh jarak perpindahan tertentu di mana tidak setiap bagian dari jarak itu ditempuh dalam waktu yang relatif sama. Untuk kelajuan rata-rata berlaku persamaan berikut.

$$\bar{v} = \frac{\sum s}{\sum t} \quad (3)$$

Keterangan:

\bar{v} = Kelajuan rata-rata, satuan dalam m/s

$\sum s$ = Jumlah jarak yang ditempuh, satuan dalam meter (m)

$\sum t$ = Jumlah waktu, satuannya adalah sekon atau detik (s)

4. Apakah Kelajuan Sama Dengan Kecepatan? Kenapa Orang Jarang Menyebutkan Kelajuan?

Menurut kalian apakah kelajuan dan kecepatan itu adalah hal yang sama? Perhatikanlah contoh persoalan berikut ini. Jika kalian melangkah ke kanan sejauh 100 m dalam sumbu x , kemudian kembali melangkah ke kiri sejauh 50 m ditempuh dalam waktu 25 sekon. Berapakah total jarak tempuh yang kalian lakukan? Berapakah perpindahan yang terjadi?

Jadi benarkah kelajuan berbeda dengan kecepatan? **Kelajuan** adalah seberapa cepat sebuah jarak ditempuh dalam waktu tertentu tanpa memperhitungkan arah, karena kelajuan termasuk besaran skalar (besaran di dalam Sains yang hanya memiliki nilai besar dan satuan). Adapun **kecepatan** adalah besarnya perpindahan persatuan waktu. Kecepatan adalah besaran vektor (memiliki nilai besar dan satuan dan juga harus dinyatakan **arah** kemana benda tersebut bergerak).

5. Bagaimana Kita Menghitung Kecepatan Sebuah Benda?

Jika mobil yang menjemput kalian tiba lebih awal dan diketahui melalui jalan yang persis sama jarak tempuhnya seperti saat mengatarkan kalian ke sekolah sehari-hari. Itu artinya mobil kalian dapat tiba lebih awal daripada biasanya. Kira-kira apa yang terjadi dengan mobil tersebut?

Dari ilustrasi di atas tentu kalian dapat memahami apa yang dimaksud dengan kecepatan bukan? Menurut kalian bagaimana kita dapat menghitung kecepatan sebuah benda ketika bergerak?

Jika kalian dapat mengungkapkan besaran gerak dalam variabel waktu (detik atau jam), maka kalian dapat menentukan kondisi benda tersebut di masa depan. Dalam satu detik, satu jam, atau satu hari

kemudian benda yang bergerak tersebut akan berada di mana, bergerak dengan kecepatan berapa dan ke arah mana dapat dihitung dengan mudah. Kecepatan rata-rata dapat dinyatakan oleh persamaan berikut.

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x_{akhir} - \Delta x_{awal}}{t_{akhir} - t_{awal}} \quad (4)$$

Keterangan:

$\langle \vec{v} \rangle$ = Kecepatan rata-rata, satuannya m/s

Δx = Selisih jarak yang ditempuh, satuannya meter (m)

Δt = Selang waktu, satuannya adalah sekon atau detik (s)



Percobaan Aktivitas 4.1

Balapan Berpindah Posisi

Ajaklah dua orang teman kalian untuk adu balap pindah posisi tempat duduk. Kalian dapat menyusun empat bangku dengan jarak yang berbeda-beda. Ajak teman kalian untuk melakukan hal yang sama. Kalian dapat mengetahui jarak tempuh dari bangku pertama hingga bangku ketiga atau terakhir dengan menghitung banyaknya langkah kaki yang diperlukan. Saat kalian dan teman kalian adu balap pindah posisi dari satu bangku ke bangku terakhir dengan berjalan cepat, gunakan *stopwatch* atau jam tangan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan untuk mencapai bangku terakhir. Apakah kalian mendapatkan kelajuan dari gerakan langkah kaki yang kalian lakukan? Coba bandingkan dengan kelajuan langkah kaki teman kalian.



Gambar 4.6

Ilustrasi balapan berpindah posisi.



Fakta Sains

Mobil Tercepat di Dunia

Apakah kalian pernah naik mobil dengan kecepatan tinggi? Bagaimanakah rasanya? Seberapa cepat mobil atau kendaraan yang kalian tumpangi?

Nah, teman kalian mobil tercepat di dunia yang yang dapat melintas di jalan raya yang tercatat hingga hari ini? Mobil tersebut adalah **Bugatti Chiron Super Sport 300+**. Sebuah mobil sport produksi Bugatti Automobiles SAS (grup otomotif negara Jerman bernama Volks Wagen (VW)) di pabriknya di Molsheim, Prancis, dan dijual dengan merek Bugatti ini mampu mencapai kecepatan 490 km/jam (Jika diubah ke dalam meter per detik, dapatkah kalian menentukannya?) Jumlah produksi Bugatti Chiron Super Sport 300+ sangat terbatas, hanya 30 unit dengan harga mulai € 3,5 juta (3,5 juta euro) atau sekitar 54,3 miliar rupiah untuk setiap unitnya.

Menurut kalian kira-kira faktor apa saja yang membuat mobil tersebut dapat melaju begitu begitu cepat? Apa saja yang membuat mobil tersebut menjadi mahal harganya? Diskusikan dengan teman kalian.

Kalian juga dapat mencari kembali kendaraan lain yang bergerak cepat di darat maupun di udara. Temukanlah informasi yang menyebabkan kenapa kendaraan tersebut dapat bergerak cepat.

Sumber: <https://www.acc.co.id/news/read/inilah-bugatti-chiron-super-sport-300-versi-produksi-sang-pemecah-rekor-kecepatan>



Gambar 4.7 Bugatti Chiron Super Sport 300 +

Sumber: [unsplash.com/Spencer Davis](https://unsplash.com/Spencer-Davis) (2019)

6. Adakah Faktor Lain Dari Gerak Benda Selain Kecepatan?

Selama bergerak, kecepatan sebuah benda berubah - ubah. Perubahan tersebut bisa berupa perubahan nilai saja, perubahan arah saja, atau perubahan nilai dan arah. Perubahan tersebut ada yang cepat dan ada yang lambat. Besaran yang digunakan untuk mengukur perubahan dinamakan **percepatan**.

Ambillah sebuah benda dan luncurkanlah pada bidang miring licin dengan sudut kemiringan relatif besar sehingga benda dapat meluncur ke bawah. Amatilah benda tersebut saat meluncur? Apakah terjadi penambahan kecepatan? Jika tidak terlalu tampak, buat lintasan yang lebih panjang lagi dengan sudut yang lebih besar. Mengapa benda tersebut meluncur dengan semakin cepat hingga menyentuh lantai?

Hasil percobaan sederhana tersebut menunjukkan bahwa benda telah mengalami percepatan. **Percepatan** adalah besarnya pertambahan kecepatan tiap satuan waktu. Percepatan dapat dituliskan dengan persamaan berikut.

$$a = \frac{(v_t - v_0)}{t_t - t_0} \quad (5)$$

Keterangan:

a = Percepatan gerak benda, satuannya m/s²

v_0 = Kecepatan awal, satuannya m/s

v_t = Kecepatan akhir, satuannya m/s

t_0 = Waktu awal, satuannya sekon atau detik (s)

t_t = Waktu akhir, satuannya sekon atau detik (s)

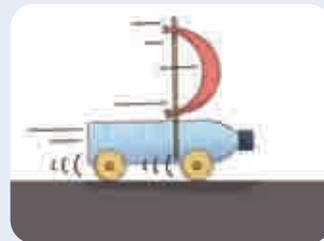
Untuk gerak dipercepat beraturan nilai a positif. Adapun untuk gerak diperlambat beraturan nilai a negatif. Contohnya adalah ketika mobil direm saat tiba di sekolah.



Percobaan Aktivitas 4.2

Balap Mobil-Mobilan Buatan Sendiri

Buatlah mobil-mobilan sederhana dengan tenaga pendorongnya adalah tiupan angin. Buatlah sedemikian rupa sehingga mobilnya memiliki layar yang berguna untuk menangkap energi tiupan angin. Ajaklah kawan kalian untuk membuat bentuk mobil-mobilan yang berbeda sesuai keinginan masing-masing. Rancanglah bentuk layar yang paling efektif sehingga membuat mobil-mobilan dapat bergerak cepat.



Gambar 4.8

Ilustrasi mobil-mobilan dengan tenaga pendorong angin.

Setelah mobil-mobilan tersebut jadi, timbanglah masing-masing mobil yang sudah dibuat dengan timbangan yang tersedia di sekolah. Kalian dapat balapan dengan teman-teman kalian. Tentukanlah jarak yang ditempuh arena balap, gunakan *stopwatch* atau jam tangan untuk menghitung waktu tempuh

saat mobil-mobilan balapan. Gunakan kipas angin untuk memberikan hembusan angin pada layar mobil. Salinlah Tabel 4.1 pada buku catatan kalian, kemudian isilah tabel tersebut untuk mendapatkan analisis dari percobaan Aktivitas 4.2 ini

Tabel 4.1 Data Uji Balap Mobil-Mobilan

Mobil	Massa Mobil (Gram)	Ukuran Layar (m ²)	Kecepatan Mobil (m/s)
1			
2			
3			
4			



Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Faktor-faktor apakah yang memengaruhi sebuah benda dapat bergerak cepat?
2. Jika sebuah benda bergerak dengan sangat cepat, apakah keuntungan dan kerugian atau resiko yang akan muncul?
3. Buatlah grafik dari **Tabel 4.1** yang telah didapatkan pada **Aktivitas 4.2**.



Refleksi

Sebelum melanjutkan ke subbab berikutnya, ini saatnya kalian berhenti sejenak dan kembali melihat pertanyaan-pertanyaan yang kalian tuliskan pada awal bab ini.

1. Apakah kalian sudah memahami pengertian gerak? Apakah kalian mengerti perbedaan di antara kecepatan dan percepatan?
2. Berdiskusi dengan teman dan guru dapat membantu kalian melengkapi pemahaman pada materi ini. Mencari tahu dari sumber belajar lain pun dapat kalian lakukan. Ayo, semangat belajar tentang subbab selanjutnya ya.

B. Gaya

Apa yang kalian lakukan ketika ada sebuah meja menghalangi pintu masuk ke kelas kalian? Tentu kalian akan menggesernya sehingga dapat masuk ke dalam kelas, bukan? Bagaimana cara kalian menggesernya sehingga meja tersebut berubah

posisi? Apakah mendorong meja tersebut atau menariknya? Apakah kalian memerlukan bantuan teman untuk mendorongnya?

1. Pengertian Gaya

Apa yang kalian dan teman kalian lakukan terhadap meja tersebut adalah memberikan gaya pada meja. Kalian sudah memahami bahwa **gaya** adalah sesuatu berupa dorongan atau tarikan yang dapat menyebabkan benda bergerak. Tidak hanya itu, gaya juga dapat menyebabkan perubahan arah, bentuk dan kecepatan sebuah benda.

Bagaimana kalian mengetahui besar dorongan atau tarikan yang diperlukan untuk dapat menggeser meja tersebut dari depan pintu? Parameter apa saja yang perlu kalian ketahui?

2. Apakah Gaya Dapat Bernilai Nol?

Untuk dapat menjawabnya silahkan kalian melakukan aktivitas berikut. Doronglah sebuah meja ke salah satu arah. Kemudian minta salah seorang teman kalian untuk mendorong dari arah yang berlawanan. Kalian dapat saling mendorong sekuat tenaga. Apakah meja tersebut tetap diam saja di posisinya? Jika ya, maka benda tersebut memiliki nilai gaya sebesar nol. Mengapa bisa demikian?

Gaya dapat merubah arah gerak, maka gaya termasuk besaran vektor. Kalian dapat melukiskan gaya yang bekerja pada meja tersebut melalui dua garis yang saling berlawanan. Jika gaya yang diberikan sama besar maka gaya total yang dirasakan meja saling meniadakan dari arah kanan maupun dari arah kiri.

3. Apakah Paduan atau Resultan Gaya Itu?

Gaya-gaya yang dirasakan oleh meja yang berlawanan arah, kita tuliskan F_1 dan $-F_2$. Tanda minus pada F_2 menunjukkan arah berlawanan. Besar gabungan kedua gaya tersebut adalah jumlah kedua gaya. Hal ini dikenal sebagai paduan gaya/

resultan gaya. Arah resultan untuk kasus gaya pada meja yang didorong tersebut total kedua gaya yang saling berlawanan. Resultan kedua gaya adalah

$$R = F_1 + (- F_2). \quad (6)$$

Arah dan resultan kedua gaya adalah nol. Jika ada gaya-gaya yang sejaris dan searah lebih dari satu, maka besar resultan gaya-gaya tersebut adalah jumlah semua gaya itu.

$$R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots \text{ dan seterusnya.} \quad (7)$$

4. Macam-Macam Gaya

Ada berbagai macam gaya yang dapat langsung kita rasakan dalam kehidupan sehari-hari. Dapatkah kalian menyebutkan contoh-contoh gaya otot, gaya pegas, gaya magnet, gaya mesin, gaya listrik, gaya gravitasi dan gaya gesekan?

5. Kenapa Saat Mendorong Meja atau Sebuah Benda Terasa Sedikit Getaran dan Terdengar Suatu Bunyi?

Pada saat kalian mendorong meja tadi, apakah kalian merasakan sedikit getaran? Ataukah kalian mendengar bunyi saat mendorong? Kira-kira apa yang terjadi?

Peristiwa tersebut adalah akibat dari gaya gesek yang muncul antara kaki meja dengan lantai. Apakah gaya gesek itu? **Gaya gesek** adalah gaya yang ditimbulkan oleh dua benda yang saling bergesekan dan arahnya berlawanan dengan arah gerak benda. Gaya gesek dapat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda dan berat benda, tetapi tidak dipengaruhi luas permukaan benda.

Cobalah kalian selidiki, mengapa saat pertama kali mendorong meja tersebut dirasakan sedikit lebih berat dibandingkan ketika meja sudah bergerak? Mengapa terjadi demikian?

6. Kenapa Ketika Mendorong Benda Pertama Kali Terasa Lebih Berat Dibandingkan dengan Ketika Mendorong Saat Benda Sudah Mulai Bergerak?

Kalian sesungguhnya sedang merasakan gaya gesek statis dan kinetis dari sebuah benda. Gaya gesek yang terjadi pada saat benda belum bergerak sama sekali disebut gaya **gesek statis**. Adapun gaya gesek yang terjadi setelah benda bergerak disebut gaya **gesek kinetis**.

Jadi, pada saat meja kayu yang ditarik belum bergerak, gaya gesek yang timbul adalah gaya gesek statis. Setelah balok kayu bergerak, antara balok kayu dengan permukaan meja, lantai atau kaca tetap ada gaya gesek. Gaya gesek tersebut disebut gaya gesek kinetis.

7. Apakah Gaya Gesek Menguntungkan?

Beberapa contoh berikut adalah gaya gesek yang menguntungkan. Sepatu dan sandal dari bahan karet yang tidak licin jika dipakai akan menahan pemakainya untuk tidak terpeleset. Kemudian, ban mobil, ban sepeda motor dibuat dari karet keras dan bentuknya didesain sehingga akan memperbesar gaya gesek antara ban dengan jalan raya untuk mempercepat laju kendaraan. Cobalah kalian tuliskan contoh gaya gesek yang menguntungkan lainnya.

8. Apakah Ada Gaya Gesek yang Merugikan?

Gaya gesek dapat pula menimbulkan kerugian, di antaranya adalah gir dan rantai pada sepeda motor yang sering bergesekan. Gesekan yang lama akan membuat aus dan rusak. Usaha untuk mengurangi gesekan yang terjadi dapat dilakukan dengan memberikan oli sebagai pelicin antarpermukaan.

Kereta api cepat *Shinkansen* di Jepang berjalan di atas rel magnet. Rel model ini dibuat dengan tujuan untuk menghilangkan gaya gesek antara kereta dengan rel. Cobalah tuliskan gaya gesek yang merugikan di kehidupan sehari-hari.

9. Adakah Hukum yang Melandasi Gaya terhadap Benda?

Semua benda yang ada di alam ini berada dalam kondisi diam, atau bergerak dengan tidak terjadi secara tiba-tiba atau tidak ada penyebabnya. Meski ada penyebabnya, proses gerak sebuah benda pun tidak terjadi secara bebas.

Benda yang bergerak selalu mengikuti aturan yang sudah pasti. Benda yang dilempar dalam arah mendatar selalu berberak melengkung ke bawah atau tanah. Benda yang dilepas dari ketinggian tertentu akan bergerak jatuh kalau tidak ada dorongan lain yang membelokkan arah gerak benda tersebut. Bumi selalu bergerak mengelilingi Matahari pada orbit yang sudah tertentu. Paku yang didekatkan ke magnet akan ditarik ke arah magnet. Dapat kita katakan bahwa gerak benda umumnya bersifat deterministik, artinya dapat dihitung di mana lintasan yang akan diambil, ke mana arah kecepatan pada tiap titiknya, dan berapa percepatan yang terjadi di tiap saat.

Melalui sifat yang dapat dihitung atau diramalkan (deterministik) tersebut tentu ada hukum alam yang dibalikinya. Dengan hukum tersebut kita dapat memperkirakan ke mana benda akan bergerak jika diberikan dorongan tertentu. Tahukah kalian hukum alam tersebut?

Pada abad ke-17 atau sekitar tahun 1600-an, seorang pemikir sekaligus ilmuwan bernama **Isaac Newton** merumuskan hukum-hukum gerak yang

sangat luar biasa. Newton menemukan bahwa persoalan gerak yang terjadi di alam semesta dapat diterangkan dengan hanya tiga hukum yang sederhana. Karya besar Newton tersebut dituliskan dalam buku yang sangat termashyur, yaitu *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (**Gambar 4.9**).

Gambar 4.9

Sir Isaac Newton (1643 – 1727) dan gambar sampul buku *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.

Sumber: [wikimedia.org/Godfrey Kneller \(2021\)](https://www.wikimedia.org/wiki/File:Godfrey_Kneller_-_Sir_Isaac_Newton.jpg); [wikisource.org/Zhaladshar \(2006\)](https://www.wikisource.org/wiki/Principia_Mathematica)



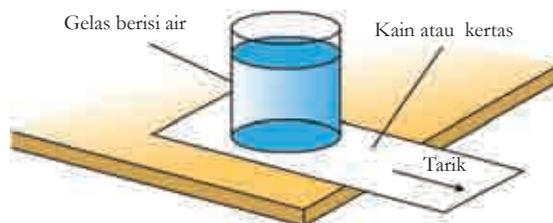
Ayo Lakukan **Aktivitas 4.3**



Sulap Menarik Taplak Meja

Pernahkah kalian melihat seorang pesulap menarik taplak meja yang di atasnya banyak piring dan gelas? Taplak meja tersebut dapat ditarik lepas dengan piring dan gelas tidak berubah posisi sama sekali. Kalian juga bisa melakukan hal yang demikian dengan aktivitas sederhana berikut yang lebih aman dan tidak merugikan.

Perhatikan **Gambar 4.10** di bawah ini. Kalian dapat mengganti bendanya dengan benda yang kalian temukan di sekitar. Kira-kira cara menarik kertas atau robekan kain seperti apa yang membuat benda di atasnya tidak berpindah meski kertas atau kain telah lepas? Jelaskan hasil analisis kalian kepada Bapak/Ibu Guru di depan kelas.



Gambar 4.10 Sebuah gelas berisi air yang diletakkan di atas selembar kain/kertas.

Mengapa bisa terjadi sulap yang demikian? Untuk dapat menjawabnya dengan tepat, kalian perlu mengetahui Hukum Newton.

10. Hukum I Newton

Bila resultan atau jumlah gaya-gaya yang bekerja pada benda bernilai nol atau tidak ada gaya yang bekerja sama sekali pada benda, benda itu akan diam selamanya (tidak bergerak) atau akan bergerak lurus beraturan dengan kecepatan tetap. Fenomena tersebut dijabarkan dalam **Hukum I Newton**. Hukum tersebut berbicara tentang konsep kelembaman benda atau dikenal juga sebagai sifat kemalasan benda untuk merubah posisinya. Dari pengertian hukum tersebut kalian tentu dapat memahami apa yang dimaksud dengan kelembaman, bukan?

Semua benda cenderung mempertahankan keadaannya, benda yang diam tetap diam dan benda yang bergerak tetap bergerak dengan kecepatan konstan. Hukum I Newton pada prinsipnya menginformasikan kepada kita tentang adanya keberadaan besaran yang dinamai massa. Karena sifat kelembaman ini maka benda cenderung mempertahankan keadaan geraknya. Keadaan gerak dapat direpresentasikan atau diterangkan oleh nilai kecepatan. Jadi, secara sederhana sifat kelembaman suatu benda sebenarnya adalah mengukur kecenderungan benda mempertahankan kecepatannya.

Semakin besar kelembaman benda maka semakin malas benda tersebut bergerak atau mempertahankan sifat kelembamannya. Untuk dapat menggerakannya diperlukan pengganggu yang lebih besar untuk mengubah kecepatan benda. Semakin besar massa maka benda semakin lembam. Itulah penyebabnya bahwa kita sangat sulit mendorong benda yang memiliki massa lebih besar daripada benda yang memiliki massa lebih kecil.

11. Hukum II Newton

Hukum I Newton belum membahas penyebab benda bergerak atau berhenti. Kita memerlukan hukum selanjutnya yang menjelaskan **perubahan keadaan gerak benda**. Hukum tersebut menyatakan bahwa benda dapat diubah keadaan geraknya jika pada benda bekerja gaya. Gaya yang bekerja berkaitan langsung dengan perubahan keadaan gerak benda. Hukum tersebut dikenal dengan nama Hukum II Newton.

Besaran penting dari **Hukum II Newton** adalah yang disebut sebagai percepatan. Percepatan sebuah benda sebanding dengan gaya yang diberikan pada benda tersebut dan berbanding terbalik dengan massa benda itu. Arah percepatan sama dengan arah gaya itu.

Ketika kalian mendorong meja di depan kelas dan meja tersebut bergerak sesuai dengan harapan kalian, maka gerak meja tersebut memenuhi Hukum II Newton yang dituangkan dalam rumus:

$$F = m \cdot a \quad (8)$$

Keterangan:

F = Gaya, dengan satuan Newton

m = massa benda, satuan kilogram (kg)

a = percepatan gerak benda, satuan m/s^2

12. Hukum III Newton

Ketika suatu benda memberikan gaya pada benda kedua, benda kedua juga akan memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah. Hukum yang mengatur konsep tersebut di atas sering disebut dengan “Hukum Aksi-Reaksi”. Secara sederhana bunyi **Hukum III Newton** tersebut menyatakan, “Untuk setiap aksi akan ada reaksi yang sama tetapi berlawanan arah”

Perlu ditekankan, bahwa “gaya aksi” dan “gaya reaksi” bekerja pada benda yang berbeda. Jika benda pertama melakukan gaya pada benda kedua (**gaya aksi**), maka benda kedua melakukan gaya yang sama besar pada benda pertama tetapi arahnya berlawanan (**gaya reaksi**). Hukum tersebut mengungkapkan keberadaan gaya reaksi yang sama besar dengan gaya aksi, tetapi berlawanan arah.

Ungkapan di atas dapat dituliskan dengan rumus,

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (9)$$

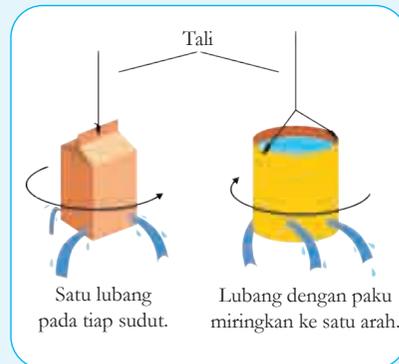


Ayo Buat Aktivitas 4.4



Penyiram Air Yang Menarik

Untuk dapat membuktikan Hukum III Newton kalian dapat membuat percobaan yang bermanfaat bagi tumbuhan di sekitar kalian. Perhatikan **Gambar 4.11** berikut. Bahan dasar yang kalian perlukan dapat berupa kardus kotak susu atau kaleng susu bekas. Pikirkanlah bagaimana cara agar kotak susu tersebut menari-nari saat menyiram tanaman.



Gambar 4.11

Alat penyiram dari kotak/kaleng susu bekas.



Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Tuliskanlah contoh lain dari gaya aksi-reaksi lainnya dan berikan penjelasan singkat.
2. Jelaskanlah mengapa kotak atau kaleng susu pada **Aktivitas 4.4** bergerak-gerak seperti menari-nari.



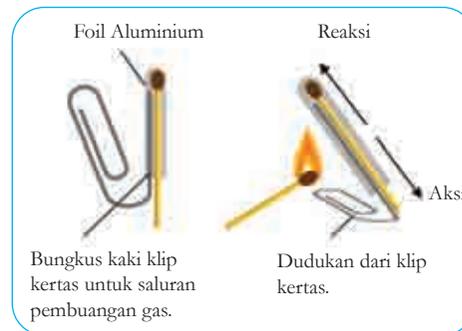
Untuk memperdalam konsep gaya dan gerak, kalian dapat mengakses tautan berikut ini.
<https://www.pbslearningmedia.org/subjects/science/physical-science/forces-and-motion/>
<https://www.science4us.com/>

Proyek Akhir Bab

Membuat Roket Korek Api

Rancang dan buatlah roket korek api seperti pada **Gambar 4.12**. Kemudian jawablah pertanyaan berikut.

1. Apakah roket api kalian dapat meluncur dengan baik?
2. Jika terkendala, apakah penyebabnya?
3. Tuliskanlah hasil analisis kalian bagaimana tips dan trik agar korek api dapat meluncur tinggi.



Gambar 4.12 Roket korek api dengan bahan aluminium foil dan klip kertas.



Refleksi

Di sinilah akhir dari petualangan kita mempelajari Bab Gerak dan Gaya. Sekarang saatnya kalian melihat lagi pertanyaan-pertanyaan yang kalian tulis pada awal bab, apakah ada pertanyaan yang belum terjawab?

1. Apakah hal terpenting yang kamu pelajari pada bab ini?
2. Kegiatan pembelajaran yang mana yang paling menambah pemahaman kalian tentang konsep Gerak dan Gaya?
3. Sikap apakah yang kamu kembangkan dalam bab ini? Sikap apa itu?

Selamat

Kalian telah menjadi ilmuwan cilik berhasil menciptakan percobaan Sains yang menarik. Kalian akan terus mengembangkan pengetahuan dan keterampilan kalian untuk menjadi ilmuwan dunia yang membantu menyelesaikan masalah-masalah kemanusiaan dan lingkungan. Tetap semangat ya.

