

4 Tenaga dan Kelestarian Hidup



- Apakah halaju bagi kereta lumba?
- Pernahkah anda mendengar istilah inersia?
- Apakah pendapat anda tentang penggunaan tenaga nuklear untuk menjanakan tenaga elektrik di Malaysia?



Kata Kunci

- ♦ Jarak
- ♦ Sesaran
- ♦ Laju
- ♦ Halaju
- ♦ Pecutan
- ♦ Graf sesaran-masa
- ♦ Graf halaju-masa
- ♦ Nilai pecutan graviti
- ♦ Jatuh bebas
- ♦ Inersia

Apakah perbezaan antara jarak dengan sesaran?
 Bagaimanakah laju sesuatu objek dapat ditentukan?
 Apakah yang akan berlaku kepada penerjun udara jika graviti Bumi hilang secara tiba-tiba?
 Mengapakah kita terhumban ke hadapan apabila kenderaan yang kita naiki berhenti secara tiba-tiba?



Kereta Api Elektrik di Malaysia

Di Malaysia, pelancaran perkhidmatan tren elektrik (ETS), yang dikendalikan oleh Keretapi Tanah Melayu Berhad (KTMB) telah berjaya menarik semula minat orang ramai untuk kembali menggunakan kereta api sebagai pengangkutan awam mereka untuk ke suatu destinasi.

ETS yang bergerak dari Kuala Lumpur boleh tiba di Padang Besar, Perlis dalam tempoh masa 4 jam 15 minit berbanding dengan 12 jam menggunakan kereta api diesel. ETS berkemampuan untuk mencapai kelajuan sekitar 160 km j^{-1} . Mengikut maklumat daripada laman web KTMB, perkhidmatan ETS kini beroperasi dari Padang Besar ke Gemas.



Anda akan belajar tentang:

- gerakan linear
- graf gerakan linear
- pecutan graviti dan jatuh bebas
- jisim dan inersia

11.1 Gerakan Linear

Gerakan linear ialah gerakan suatu objek dalam lintasan yang lurus.



Rajah 11.1 Contoh-contoh gerakan linear bagi objek

Jarak dan Sesaran



Rajah 11.2 Jarak dan sesaran



Jarak dan sesaran merupakan kuantiti yang boleh diukur. Apakah cara untuk mengukur jarak dan sesaran pada peta? Mari kita jalankan Aktiviti 11.1.

Aktiviti 11.1

Fikir-Pasang-Kongsi

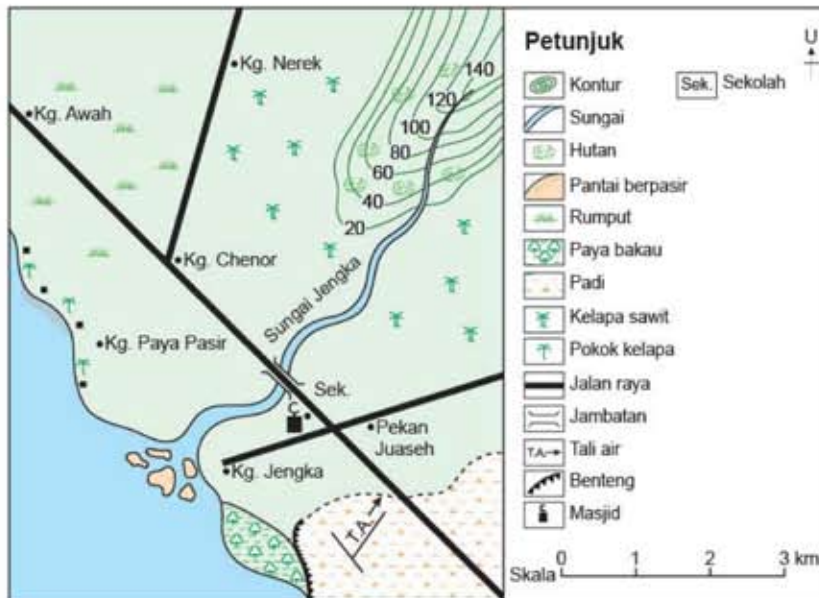


Tujuan: Mengukur jarak dan sesaran di antara dua lokasi.

Bahan: Pembaris, peta lakar

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berpasangan.
2. Lihat peta lakar yang diberikan di bawah.



Rajah 11.3 Peta lakar

3. Ukur jarak dan sesaran di antara lokasi berikut menggunakan pembaris:
 - (a) Kampung Nerek ke Kampung Chenor
 - (b) Kampung Awah ke masjid
 - (c) Kampung Awah ke Kampung Nerek
 - (d) Kampung Jengka ke Kampung Nerek
4. Jarak di antara dua lokasi pada peta boleh diukur berdasarkan skala yang diberikan. Skala ialah nisbah jarak yang mewakili jarak sebenar dari permukaan bumi. Lihat skala pada peta. Gunakan skala untuk menukar jarak lokasi dalam peta lakar ini kepada jarak sebenar.
5. Bincangkan perbezaan antara jarak dengan sesaran di antara dua lokasi yang diperolehi.



Alat untuk Mengukur Jarak
http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm227_1



Distance Measuring Wheels
http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm227_2

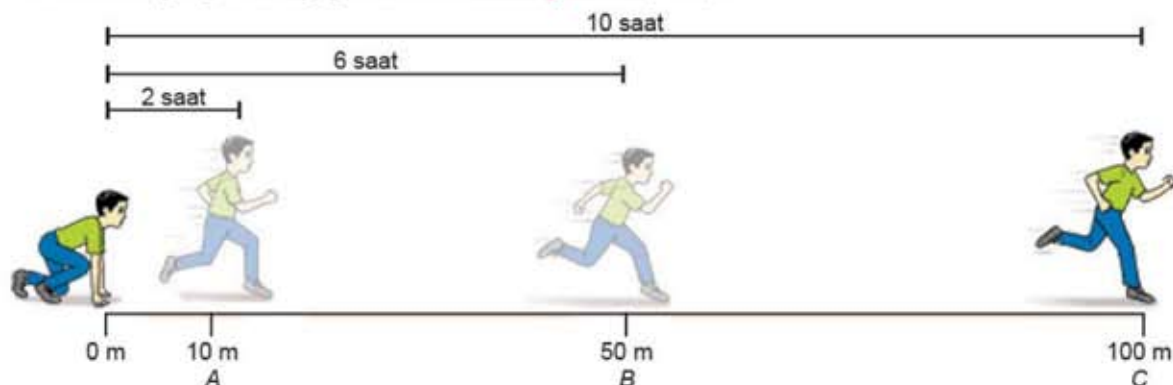
Laju

Laju ditakrifkan sebagai kadar perubahan jarak. **Laju purata** pula ialah kadar perubahan jumlah jarak yang dilalui.

$$\text{Laju} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Masa}}$$

$$\text{Laju purata} = \frac{\text{Jumlah jarak}}{\text{Jumlah masa}}$$

Unit S.I. bagi laju dan laju purata ialah **meter per saat** (m s^{-1}).



Rajah 11.4 Kedudukan pelari yang sedang berlari

- Seorang pelari 100 m akan mengalami perubahan jarak sebaik sahaja memulakan lariannya dari garisan permulaan.
- Perubahan jarak bertambah apabila pelari itu semakin jauh dari garisan permulaannya.
- Laju pelari itu boleh ditentukan melalui jarak dan masa yang dicatatkan.
- Berikut menunjukkan contoh pengiraan laju pelari di atas:

(a) Laju pelari pada kedudukan A

$$\begin{aligned}\text{Laju} &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{10 \text{ m}}{2 \text{ s}} \\ &= 5 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

(b) Laju pelari pada kedudukan B

$$\begin{aligned}\text{Laju} &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{50 \text{ m}}{6 \text{ s}} \\ &= 8.33 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

- Berikut menunjukkan contoh pengiraan laju purata pelari tersebut:

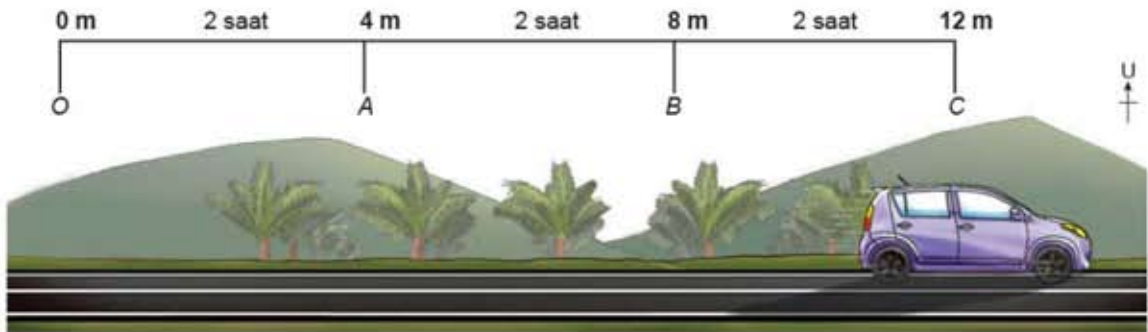
$$\begin{aligned}\text{Laju purata} &= \frac{\text{Jumlah jarak}}{\text{Jumlah masa}} \\ &= \frac{100 \text{ m}}{10 \text{ s}} \\ &= 10 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

Halaju

Halaju ditakrifkan sebagai kadar perubahan sesaran.

$$\text{Halaju} = \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}}$$

Unit S.I. bagi halaju adalah sama dengan laju, iaitu **meter per saat** (m s^{-1}).



Rajah 11.5 Kedudukan kereta

- Kereta di atas mula bergerak dari titik mula O menuju ke titik akhir C pada sesaran 12 m pada arah timur. Kereta itu mengalami perubahan sesaran.
- Halaju kereta boleh ditentukan melalui sesaran dan masa yang dicatatkan oleh kereta untuk sampai ke titik C.
- Berikut menunjukkan contoh pengiraan halaju kereta di atas:

(a) Halaju kereta dari titik O ke A

$$\begin{aligned} \text{Halaju} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ s}} \\ &= 2 \text{ m s}^{-1} \\ &\text{ke arah timur} \end{aligned}$$

(b) Halaju kereta dari titik A ke B

$$\begin{aligned} \text{Halaju} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{(8 \text{ m} - 4 \text{ m})}{2 \text{ s}} \\ &= \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ s}} \\ &= 2 \text{ m s}^{-1} \\ &\text{ke arah timur} \end{aligned}$$

(c) Halaju kereta dari titik O ke C

$$\begin{aligned} \text{Halaju} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{12 \text{ m}}{6 \text{ s}} \\ &= 2 \text{ m s}^{-1} \\ &\text{ke arah timur} \end{aligned}$$

- Tanda positif dan negatif pada nilai halaju mewakili arah gerakan objek.
- Merujuk Rajah 11.5, apabila kereta bergerak ke arah timur, halaju ditulis dengan tanda positif. Halaju objek itu pada arah yang berlawanan ditulis dengan tanda negatif.

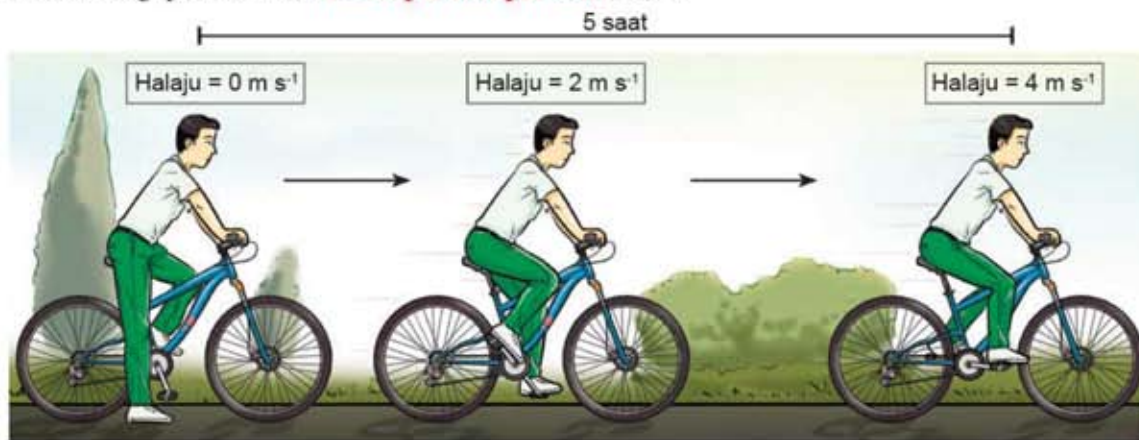
Pecutan

Sesuatu jasad atau objek yang mengalami perubahan halaju dikatakan mempunyai pecutan.

Pecutan ditakrifkan sebagai kadar perubahan halaju.

$$\begin{aligned}\text{Pecutan, } a &= \frac{\text{Perubahan halaju}}{\text{Masa yang diambil}} \\ &= \frac{\text{Halaju akhir } (v) - \text{Halaju awal } (u)}{\text{Masa yang diambil } (t)}\end{aligned}$$

Unit S.I. bagi pecutan ialah **meter per saat per saat** (m s^{-2}).



Rajah 11.6 Halaju basikal

- Basikal dalam rajah di atas yang berada dalam keadaan pegun mula bergerak dengan halaju seperti yang dinyatakan di atas. Basikal itu dikayuh dengan halaju yang semakin bertambah.
- Keadaan ini menunjukkan basikal itu sedang mengalami pecutan.
- Berikut menunjukkan contoh pengiraan pecutan bagi basikal di atas:

$$\begin{aligned}\text{Pecutan, } a &= \frac{\text{Perubahan halaju}}{\text{Masa yang diambil}} \\ &= \frac{\text{Halaju akhir } (v) - \text{Halaju awal } (u)}{\text{Masa yang diambil } (t)} \\ &= \frac{4 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{5 \text{ s}} \\ &= 0.8 \text{ m s}^{-2}\end{aligned}$$

- Jika brek basikal ditekan, pergerakan basikal menjadi perlahan dan halaju basikal akan berkurang. Keadaan ini menunjukkan basikal itu sedang mengalami **nyahpecutan**.

Menyelesaikan Masalah Melibatkan Laju, Laju Purata, Halaju dan Pecutan dalam Kehidupan Harian

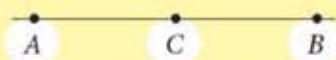
Penggunaan rumus dapat menunjukkan perubahan laju, halaju dan pecutan sesuatu objek berlaku dengan lebih jelas. Masalah gerakan linear ini juga kerap berlaku dalam kehidupan seharian kita.

Contoh 1

Seorang murid telah menyertai acara larian 100 m. Dia telah mencatatkan masa 12.58 saat dalam acara tersebut. Berapakah laju purata lariannya?

$$\begin{aligned}\text{Laju purata} &= \frac{\text{Jumlah jarak}}{\text{Jumlah masa}} \\ &= \frac{100 \text{ m}}{12.58 \text{ s}} \\ &= 7.95 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

Contoh 2



Rajah 11.7

Sebuah kereta bergerak dari titik A ke titik B yang berjarak 800 m dalam masa 65 saat. Kemudian, kereta itu berpatah balik dari titik B ke titik C pada jarak 350 m dalam masa 30 saat.

- Berapakah laju kereta itu pada titik B?
- Tentukan jumlah sesaran yang dilalui kereta itu.
- Berapakah halaju kereta itu?

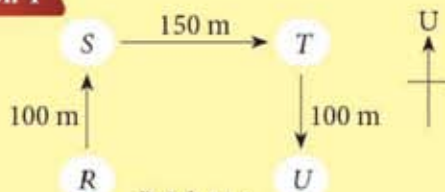
$$\begin{aligned}\text{(a) Laju kereta} &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{800 \text{ m}}{65 \text{ s}} \\ &= 12.31 \text{ m s}^{-1} \\ \text{(b) Sesaran} &= 800 \text{ m} - 350 \text{ m} \\ &= 450 \text{ m} \\ \text{(c) Halaju} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{450 \text{ m}}{95 \text{ s}} \\ &= 4.74 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

Contoh 3

Berapakah pecutan Usain Bolt jika berlari dari keadaan pegun dan mencecah halaju 10.44 m s^{-1} di garisan penamat 100 m dalam tempoh 9.58 saat?

$$\begin{aligned}a &= \frac{v - u}{t} \\ a &= \frac{10.44 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{9.58 \text{ s}} \\ a &= 1.09 \text{ m s}^{-2}\end{aligned}$$

Contoh 4



Rajah 11.8

Syafiq berlari dari titik mula R ke S yang terletak pada jarak 100 m utara dari R. Dia berlari pula ke arah T, 150 m pada arah timur dari S. Dia meneruskan lariannya ke arah U, 100 m pada arah selatan dari T. Jumlah masa yang diambil olehnya ialah 60 saat. Hitungkan:

- jarak
- laju purata
- sesaran
- halaju

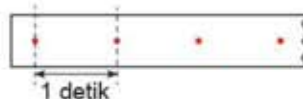
$$\begin{aligned}\text{(a) Jarak} &= 100 \text{ m} + 150 \text{ m} + 100 \text{ m} \\ &= 350 \text{ m} \\ \text{(b) Laju purata} &= \frac{\text{Jumlah jarak}}{\text{Jumlah masa}} \\ &= \frac{350 \text{ m}}{60 \text{ s}} \\ &= 5.83 \text{ m s}^{-1} \\ \text{(c) Sesaran} &= 150 \text{ m ke arah timur} \\ \text{(d) Halaju} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{150 \text{ m}}{60 \text{ s}} \\ &= 2.5 \text{ m s}^{-1} \text{ ke arah timur}\end{aligned}$$

Galeri Sains



Getfoto ialah peranti masa yang digunakan untuk mengukur gerakan yang sangat laju atau pada jangka masa pendek dengan tepat. Getfoto sesuai digunakan untuk menentukan pecutan jatuh bebas, tempoh ayunan bandul atau halaju troli yang meluncur pada trek.

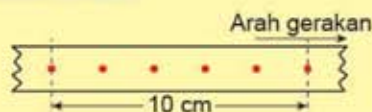
Halaju dan pecutan objek yang bergerak dapat ditentukan melalui aktiviti yang dilakukan di dalam makmal menggunakan jangka masa detik. Jangka masa detik bergetar 50 getaran sesaat (50 Hz). Satu detik ialah sela masa di antara dua titik berturutan pada pita detik (Rajah 11.9). Maka, satu detik mewakili $\frac{1}{50}$ saat atau 0.02 saat.



Rajah 11.9 Pita detik

Contoh

Halaju untuk pita detik yang mempunyai 5 detik boleh dikira menggunakan rumus berikut:



Sesaran
= Panjang pita detik
= 10 cm
Masa yang diambil
= 5 detik $\times$ 0.02 s
= 0.1 s

$$\begin{aligned} \text{Halaju} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa yang diambil}} \\ &= \frac{10 \text{ cm}}{0.1 \text{ s}} \\ &= 100 \text{ cm s}^{-1} \end{aligned}$$

Bagaimanakah kita dapat membuat ukuran di atas pita detik untuk menentukan halaju, sesaran dan pecutan bagi suatu objek yang bergerak? Mari kita jalankan Aktiviti 11.2.



Aktiviti 11.2

Inkuiri

Tujuan: Menentukan halaju dan pecutan objek menggunakan jangka masa detik.



Bahan: Pita detik

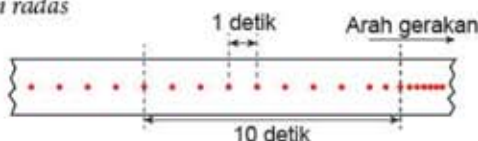
Radas: Jangka masa detik, landasan, bongkah kayu, troli, pembaris meter, bekalan arus ulang-alik 12 V

Prosedur:



Rajah 11.10 Susunan radas

1. Susun radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 11.10.
2. Hidupkan jangka masa detik dan biarkan troli bergerak menuruni landasan.
3. Kumpulkan pita detik yang diperolehi.



Rajah 11.11 Pita detik

- Potong pita detik kepada 5 jalur, setiap satu jalur mempunyai 10 detik dan tampalkan secara saling bersebelahan untuk membentuk carta seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 11.12.
- Rekodkan panjang setiap jalur pita detik itu.
- Kira halaju setiap jalur pita detik menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Halaju} &= \frac{\text{Sesaran}}{\text{Masa}} \\ &= \frac{\text{Panjang pita detik yang mempunyai 10 detik}}{\text{Masa untuk membuat 10 detik}} \\ * \text{Masa untuk 1 detik} &= 0.02 \text{ saat} \end{aligned}$$



Rajah 11.12 Carta pita detik

- Berdasarkan carta pita dalam Rajah 11.12, kira pecutan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Pecutan, } a = \frac{v - u}{t}$$

Halaju awal, u = Halaju pita detik 1

Halaju akhir, v = Halaju pita detik 5

Selang masa, t dari pita detik 1 ke pita detik 5 = $(5 - 1) \times 0.2 \text{ s}$

* Masa untuk 10 detik di dalam satu jalur = $10 \text{ detik} \times 0.02 \text{ s}$
 $= 0.2 \text{ s}$

- Rekodkan semua kiraan dalam jadual.

Pemerhatian:

Halaju

Jalur pita detik	Masa untuk membuat 10 detik (s)	Panjang 10 detik (cm)	Halaju (cm s^{-1})
1	0.2		
2	0.2		
3	0.2		
4	0.2		
5	0.2		

Pecutan

Jalur pita detik	1	5
Halaju (cm s^{-1})		
Selang masa (s)		
Pecutan (cm s^{-2})		

Soalan:

- Apakah yang dapat diperhatikan pada pita detik?
- Adakah panjang setiap jalur 10 detik sama? Apakah inferens yang boleh dibuat berdasarkan pemerhatian anda?

Jenis Gerakan Linear

Jenis gerakan linear boleh ditafsirkan daripada jarak antara titik pada pita detik.

Jadual 11.1

Pita detik	Jarak antara titik	Jenis gerakan
	Jarak antara titik seragam	Halaju seragam
	Jarak antara 2 titik berturutan bertambah secara seragam	Halaju bertambah secara seragam (Pecutan seragam)
	Jarak antara 2 titik berturutan berkurang secara seragam	Halaju berkurang secara seragam (Nyahpecutan seragam)
	Jarak antara 2 titik berturutan tidak seragam	Halaju tidak seragam



Aktiviti 11.3

Meja Bulat

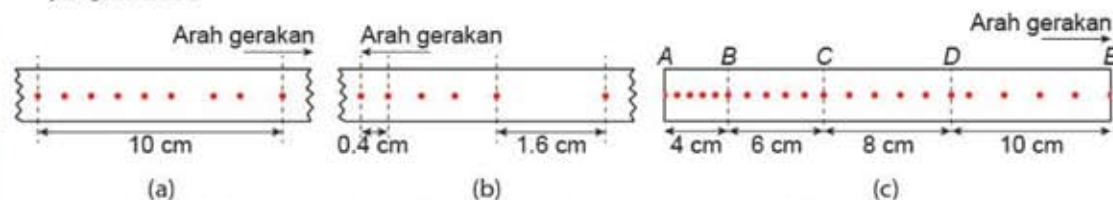
Tujuan: Menjalankan aktiviti mengkaji jenis gerakan dan menentukan halaju dan pecutan sesuatu gerakan menggunakan jangka masa detik.



Bahan: Kertas sebak

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Perhatikan rajah di bawah yang menunjukkan tiga keratan pita detik bagi tiga gerakan objek yang berbeza.



3. Bincangkan jenis gerakan, halaju dan pecutan bagi setiap pita detik di atas.
4. Bentangkan hasil kerja kumpulan anda di dalam kelas.



PRAKTIS FORMATIF 11.1

1. Nyatakan maksud istilah berikut:
(a) jarak (b) sesaran (c) halaju (d) pecutan
2. Rajah di sebelah menunjukkan satu keratan pita detik yang ditarik melalui jangka masa detik yang bergetar pada 50 detik sesaat. Berapakah sesaran dan halaju yang ditunjukkan oleh keratan pita detik itu?



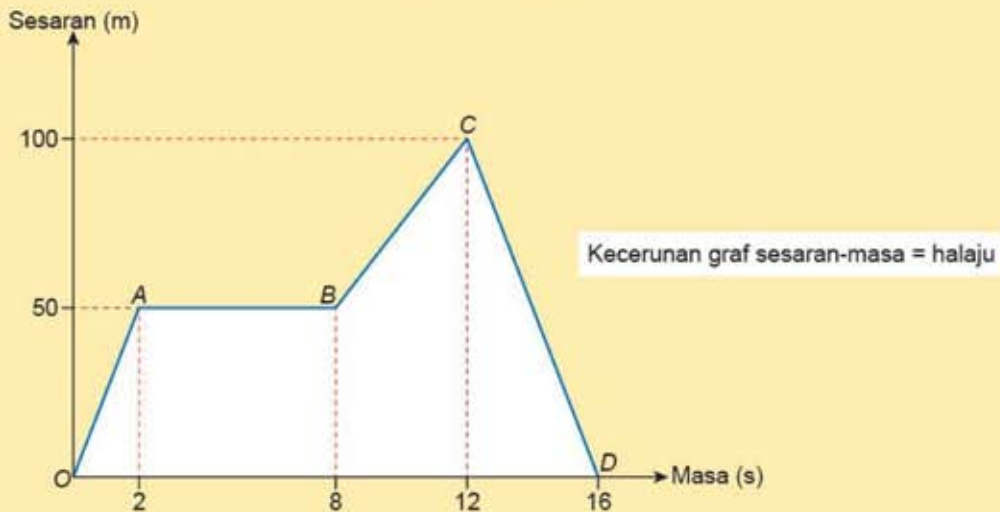
11.2 Graf Gerakan Linear

Kadangkala, agak sukar untuk kita menerangkan gerakan dalam bentuk perkataan. Oleh itu, kita boleh menggunakan graf untuk menerangkan gerakan sesuatu objek dengan lebih lanjut.

Graf gerakan linear digunakan untuk menyampaikan maklumat dan data tentang suatu gerakan. Terdapat dua jenis graf gerakan linear yang perlu anda pelajari, iaitu **graf sesaran-masa** dan **graf halaju-masa**.

Graf sesaran-masa

Graf sesaran melawan masa digunakan untuk menunjukkan sesaran suatu objek yang bergerak berubah dengan masa. Rajah 11.13 menunjukkan graf sesaran melawan masa bagi pergerakan seorang budak lelaki. Bolehkah anda menghuraikan gerakan budak lelaki ini?



Rajah 11.13 Graf sesaran-masa

OA: Kecerunan OA adalah positif dan seragam.

- Halajunya adalah seragam.
(Budak itu bergerak 50 m dari titik permulaan dengan halaju seragam.)

AB: Kecerunan AB adalah sifar.

- Halajunya adalah sifar.
(Budak itu berada dalam keadaan rehat dari saat ke-2 hingga saat ke-8.)

BC: Kecerunan BC adalah positif dan seragam.

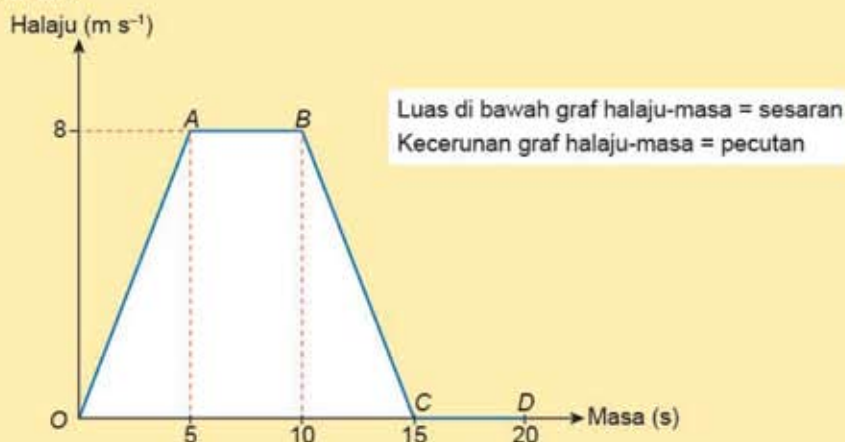
- Halajunya adalah seragam.
(Budak itu bergerak semula sejauh 50 m dengan halaju seragam.)

CD: Kecerunan CD adalah negatif dan seragam.

- Halajunya adalah negatif dan seragam, iaitu bergerak dalam arah yang bertentangan.
(Budak itu berpatah balik sejauh 100 m ke titik permulaan dengan halaju seragam.)

Graf halaju-masa

Graf halaju melawan masa membolehkan sesaran, halaju dan pecutan sesuatu objek yang bergerak itu ditentukan. Graf halaju melawan masa di bawah menunjukkan gerakan sebuah motosikal yang mula bergerak dari titik O . Cuba anda huraikan pula gerakan yang dihasilkan oleh motosikal tersebut.



Rajah 11.14 Graf halaju-masa

OA: Kecerunan OA adalah positif dan seragam.

- Halaju motosikal bertambah secara seragam.
- Pecutan motosikal adalah seragam.

AB: Kecerunan AB adalah sifar.

- Halaju motosikal adalah malar.
- Pecutan motosikal adalah sifar.

BC: Kecerunan BC adalah negatif dan seragam.

- Halaju motosikal berkurang secara seragam.
- Motosikal bergerak dengan pecutan negatif atau nyahpecutan seragam.

CD: Kecerunan CD adalah sifar.

- Halaju motosikal adalah sifar (motosikal berada dalam keadaan pegun).
- Pecutan motosikal adalah sifar.



Aktiviti 11.4

Pembentangan Hasil Sendiri

Tujuan: Melukis dan mentafsir graf gerakan linear bagi:

- (a) sesaran-masa (b) halaju-masa



Bahan: Pensel dan kertas

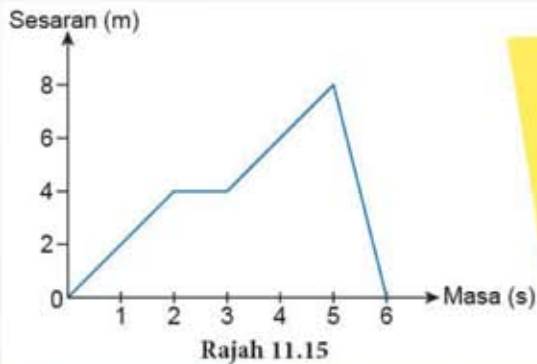
Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Pilih sampul surat yang berlainan warna yang disediakan oleh guru anda.
3. Bincangkan dan lukiskan bentuk graf berdasarkan situasi yang terdapat di dalam sampul surat yang dipilih dalam kumpulan masing-masing.
4. Persembahkan hasil kerja anda di hadapan kelas.

Menyelesaikan Masalah Numerikal berdasarkan Graf Gerakan Linear

Graf sesaran-masa

- 1 Graf di bawah menunjukkan gerakan linear sebuah kereta mainan kawalan jauh.



- (a) Berapakah sesaran kereta mainan itu selepas 4 saat yang pertama?
- (b) Berapakah halaju kereta mainan itu dari masa 3 saat hingga masa 5 saat?

Penyelesaian

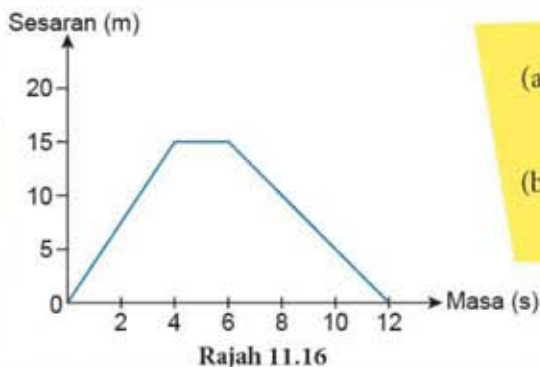
- (a) Sesaran = 6 m



- (b) Halaju = kecerunan graf sesaran-masa

$$\begin{aligned} \text{Halaju kereta mainan} &= \frac{(8 - 4) \text{ m}}{(5 - 3) \text{ s}} \\ &= \frac{4 \text{ m}}{2 \text{ s}} \\ &= 2 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

- 2 Graf di bawah menunjukkan gerakan sebuah motosikal di sepanjang litar yang lurus.



- (a) Berapakah sesaran motosikal itu selepas 4 saat?
- (b) Berapakah halaju motosikal itu dari 6 saat hingga 12 saat?

Penyelesaian

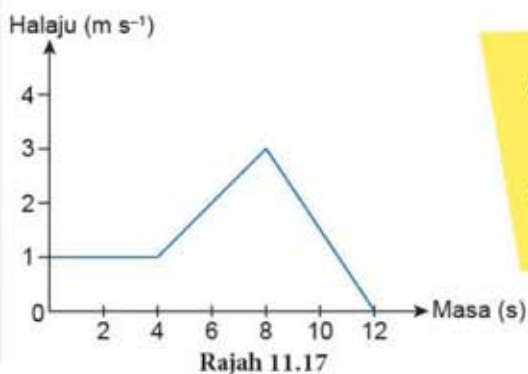
- (a) Sesaran = 15 m

- (b) Halaju = kecerunan graf sesaran-masa

$$\begin{aligned} \text{Halaju motosikal} &= \frac{(0 - 15) \text{ m}}{(12 - 6) \text{ s}} \\ &= -2.5 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

Graf halaju-masa

- 1 Pergerakan sebiji bola boleh diwakili oleh bentuk graf di bawah.



- (a) Berapakah sesaran yang dilalui oleh bola itu bagi 4 saat pertama?
- (b) Tentukan pecutan bola tersebut dari masa 8 saat hingga masa 12 saat.

Penyelesaian

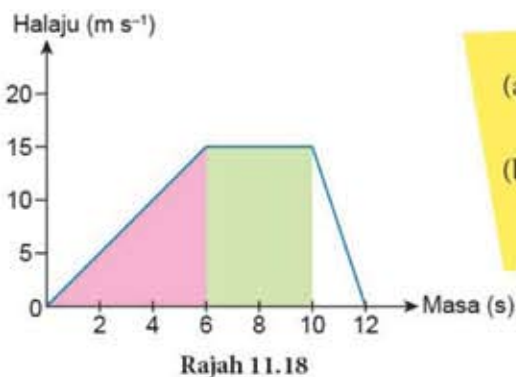
(a) Sesaran = luas di bawah graf halaju-masa
 $= 4 \text{ s} \times 1 \text{ m s}^{-1}$
 $= 4 \text{ m}$

(b) Pecutan = kecerunan graf halaju-masa

$$\text{Pecutan bola} = \frac{(0 - 3) \text{ m s}^{-1}}{(12 - 8) \text{ s}}$$

$$= -0.75 \text{ m s}^{-2}$$

- 2 Graf halaju-masa di bawah menunjukkan pergerakan sebuah motosikal.



- (a) Tentukan halaju apabila:
 (i) masa = 4 saat (ii) masa = 8 saat
- (b) Cari sesaran pada selang masa 0 saat hingga 10 saat.

Penyelesaian

(a) (i) Halaju pada masa 4 saat = 10 m s^{-1}
 (ii) Halaju pada masa 8 saat = 15 m s^{-1}

(b) Sesaran = luas di bawah graf halaju-masa
 $= \text{luas segi tiga} + \text{luas segi empat tepat}$

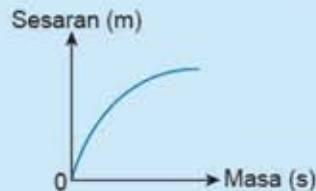
$$= \left[\frac{1}{2} \times (6 \text{ s})(15 \text{ m s}^{-1}) \right] + [(10 \text{ s} - 6 \text{ s})(15 \text{ m s}^{-1})]$$

$$= 105 \text{ m}$$



PRAKTIS FORMATIF 11.2

1. Apakah yang diwakili oleh kecerunan graf dalam graf sesaran-masa?
2. Apakah yang diwakili oleh luas di bawah graf dalam graf halaju-masa?
3. Sebuah kereta mainan bergerak menuruni sebuah landasan licin dan kemudian bergerak lurus melalui permukaan rata yang kasar sehingga kereta mainan itu berhenti. Lakarkan graf halaju-masa yang menerangkan gerakan kereta mainan tersebut.
4. Tafsirkan gerakan objek berdasarkan bentuk graf seperti di dalam rajah di bawah.



11.3 Pecutan Graviti dan Jatuh Bebas

Pecutan Graviti



Anda telah diperkenalkan dengan istilah daya graviti semasa di Tingkatan 2. Semua objek di sekeliling kita ditarik ke arah pusat graviti Bumi oleh **daya graviti Bumi**. Daya graviti menyebabkan suatu objek sentiasa jatuh ke bawah. Sesuatu objek seperti buah epal yang jatuh akibat daya graviti Bumi akan mengalami **pecutan graviti**. Simbol yang digunakan bagi pecutan graviti ialah g .

Berapakah nilai g ? Bagaimanakah kita dapat menentukan nilai pecutan graviti di dalam makmal? Mari kita jalankan Eksperimen 11.1.

Cotusan Minda



Apakah yang akan berlaku jika tiada daya graviti di Bumi?

Eksperimen 11.1

Tujuan: Menentukan nilai pecutan graviti, g menggunakan jangka masa detik.

Pernyataan masalah: Berapakah nilai pecutan graviti, g ?

Hipotesis: Nilai pecutan graviti, g ialah 10 m s^{-2} .

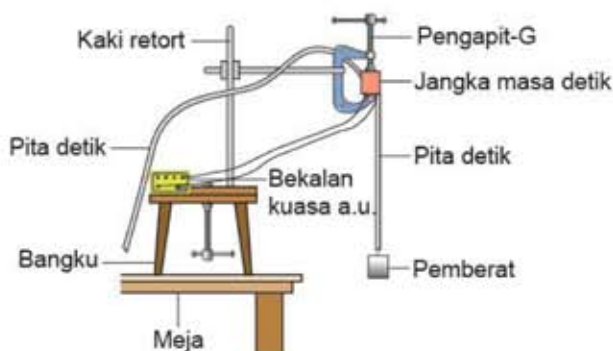
Pemboleh ubah:

- (a) dimanipulasikan: Jisim pemberat
- (b) bergerak balas: Nilai pecutan graviti
- (c) dimalarkan: Ketinggian objek dilepaskan

Bahan: Pita detik, pita selofan

Radas: Jangka masa detik, pemberat, pengapit-G, bekalan kuasa a.u. 12 V, bangku, 'soft board', kaki retort dan pengapit

Prosedur:

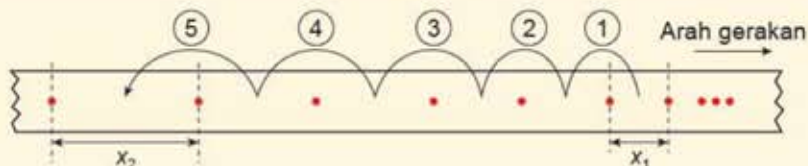


Perhatian:

Alaskan 'soft board' di atas lantai tempat pemberat akan jatuh.

Rajah 11.19 Susunan radas

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 11.19.
2. Apitkan jangka masa detik secara menegak pada kaki retort yang diletakkan di atas bangku.
3. Pasangkan keratan pita detik sepanjang 1 m melalui jangka masa detik.
4. Lekatkan pemberat berjisim 50 g pada hujung pita detik.
5. Hidupkan jangka masa detik dan lepaskan pemberat.
6. Analisis pita detik yang diperoleh untuk mendapatkan nilai pecutan graviti, g dengan kaedah berikut:



$$\text{Halaju awal, } u = \frac{x_1 \text{ cm}}{0.02 \text{ s}}$$

$$\text{Halaju akhir, } v = \frac{x_2 \text{ cm}}{0.02 \text{ s}}$$

$$\text{Selang masa, } t = 5 \text{ detik} \times 0.02 \text{ s} \\ = 0.1 \text{ s}$$

$$\text{Pecutan graviti, } g = \frac{v - u}{t} \\ = \text{_____ cm s}^{-2} \\ = \text{_____ m s}^{-2}$$

7. Ulangi langkah 3 hingga 6 menggunakan pemberat berjisim 100 g, 150 g, 200 g dan 250 g.

Keputusan:

Jisim pemberat (g)	50	100	150	200	250
Pecutan graviti, g (m s^{-2})					

Kesimpulan:

Adakah hipotesis eksperimen ini diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

Di permukaan Bumi, nilai pecutan graviti, g ialah 10 m s^{-2} .

Adakah nilai pecutan graviti yang diperoleh dalam Eksperimen 11.1 sama dengan nilai sebenar g ?
Jelaskan jawapan anda.

Jatuh Bebas

Suatu objek dikatakan mengalami **jatuh bebas** apabila jatuh di bawah tindakan daya graviti sahaja. Sebagai contoh, sehelai kertas tidak jatuh bebas kerana gerakannya dipengaruhi oleh rintangan udara. Objek yang jatuh bebas mempunyai pecutan graviti yang sama tanpa mengira jisim dan bentuknya.

Walau bagaimanapun, jatuh bebas sebenarnya hanya berlaku dalam keadaan vakum, iaitu di dalam ruang yang tiada udara. Di dalam kebuk vakum, sehelai bulu ayam dan bola tenis yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama akan mendarat pada masa yang sama.

Cotusan Minda



Cuba anda lihat Gambar foto 11.1. Adakah penerjun udara itu mengalami jatuh bebas?



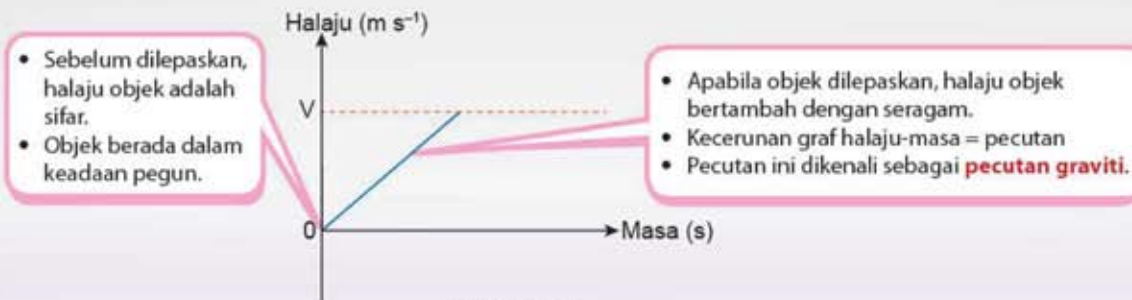
Gambar foto 11.1 Penerjun udara

Graf Gerakan untuk Objek yang Mengalami Keadaan Jatuh Bebas

Sekarang, mari kita kaji keadaan jatuh bebas ini dengan lebih terperinci melalui graf gerakan linear.



Graf halaju-masa



Rajah 11.21

Graf sesaran-masa



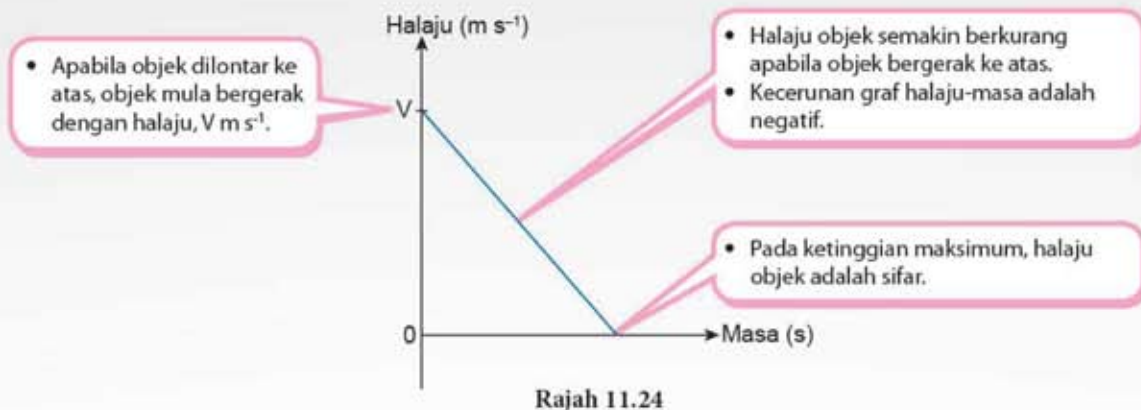
Rajah 11.22

Graf Gerakan untuk Objek yang Bergerak Melawan Daya Graviti (Antigraviti)

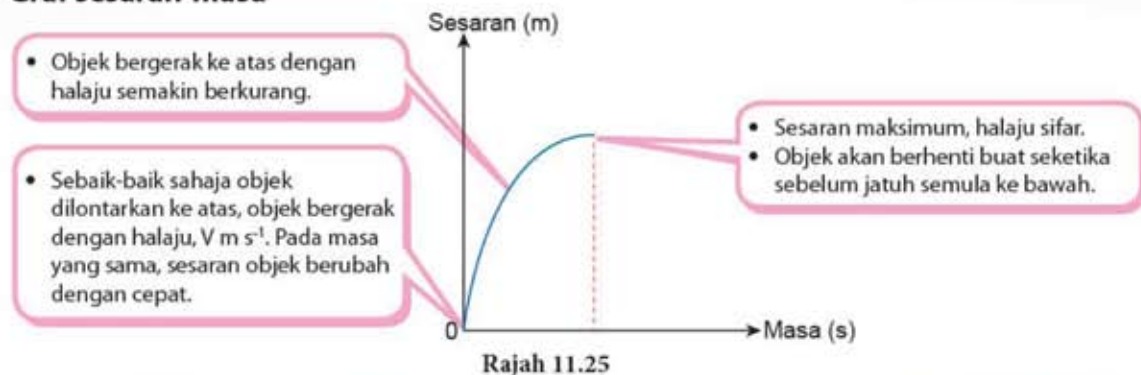
Bagaimanakah pula bentuk graf gerakan linear jika objek bergerak melawan graviti?



Graf halaju-masa



Graf sesaran-masa



Eksperimen 11.2

Tujuan: Mengkaji masa yang diambil oleh objek jatuh bebas dan bukan jatuh bebas.

Pernyataan masalah: Adakah masa yang diambil oleh suatu objek jatuh bebas sama dengan masa yang diambil oleh objek bukan jatuh bebas sampai ke permukaan bumi?

Hipotesis: Masa yang diambil oleh objek jatuh bebas untuk sampai ke bumi lebih singkat berbanding dengan objek bukan jatuh bebas.

Pemboleh ubah:

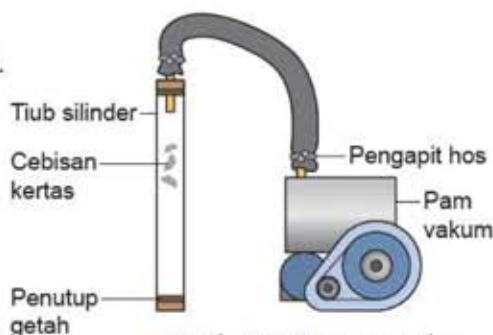
- (a) dimanipulasikan: Kehadiran udara
- (b) bergerak balas: Masa yang diambil untuk objek jatuh ke atas penutup getah
- (c) dimalarkan: Ketinggian objek

Bahan: Cebisan kertas

Radas: Tiub silinder lut sinar, penutup getah, pam vakum

Prosedur:

1. Susun radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 11.26.
2. Masukkan cebisan kertas ke dalam tiub silinder lut sinar.
3. Tutupkan hujung terbuka tiub silinder dengan penutup getah dengan kemas.
4. Sambungkan tiub silinder lut sinar itu kepada pam vakum.
5. Terbalikkan tiub silinder itu dengan pantas, biarkan cebisan kertas jatuh. Catatkan masa yang diambil untuk cebisan kertas jatuh ke atas penutup getah.
6. Pam keluar udara di dalam tiub silinder itu dan ulangi langkah 5.



Rajah 11.26 Susunan radas

Keputusan:

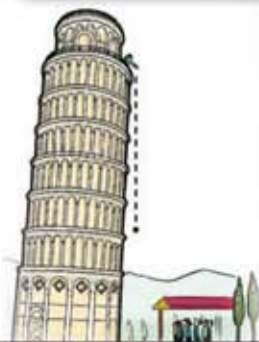
Kehadiran udara	Masa yang diambil untuk objek jatuh ke atas penutup getah (s)
Ada	
Tiada (vakum)	

Kesimpulan:

Adakah hipotesis eksperimen ini diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

Soalan:

Wujudkah daya lain selain daya graviti yang bertindak terhadap objek semasa berkeadaan jatuh bebas? Jelaskan.



Galileo Galilei telah melakukan suatu eksperimen pada sekitar tahun 1589 hingga 1592. Beliau telah melepaskan dua peluru bulat yang mempunyai jisim yang berbeza secara serentak dari atas Menara Condong Pisa. Beliau mendapati bahawa objek-objek yang berlainan jisim mengambil masa yang hampir sama untuk jatuh ke tanah.



Aktiviti 11.5

Projek STEM

Tujuan: Memahami dan menyelesaikan isu berkaitan dengan keadaan jatuh bebas dalam konteks kehidupan harian berasaskan projek melalui pendekatan STEM.

Arahan:

1. Lakukan aktiviti ini secara berkumpulan untuk mengkaji pernyataan yang berikut:

Dalam keadaan banjir besar, bekalan makanan dan ubat-ubatan kadangkala perlu dijatuhkan melalui udara. Sering kali bekalan tersebut akan mengalami kerosakan disebabkan halaju yang tinggi semasa mencecah permukaan bumi. Payung terjun digunakan untuk mengurangkan halaju tersebut.

2. Reka bentuk dan bina payung terjun bagi menyelesaikan masalah di atas. Antara ciri payung terjun yang boleh dikaji ialah:
 - saiz kanopi
 - bahan kanopi
 - panjang tali
 - bilangan tali
3. Bentangkan hasil reka bentuk anda di dalam kelas.



PRAKTIS FORMATIF 11.3

1. Isi tempat kosong dengan jawapan yang betul.
 - (a) Jatuh bebas ialah satu gerakan sesuatu jasad yang dipengaruhi oleh daya _____ sahaja.
 - (b) Bukan jatuh bebas ialah satu gerakan jasad yang dipengaruhi oleh rintangan _____.
 - (c) _____ ialah pecutan yang terhasil daripada tindakan daya graviti terhadap satu jasad ke arah pusat Bumi.
2. Graf di bawah menunjukkan keadaan jatuh bebas bagi suatu objek.



Terangkan graf ini.

11.4 Jisim dan Inersia

Jisim

Semasa di Tingkatan 1, anda telah diperkenalkan tentang istilah jisim. **Jisim** ialah kuantiti jirim yang terkandung di dalam suatu objek. Unit S.I. bagi jisim ialah **kilogram** (kg). Nilai jisim bagi sesuatu objek itu tetap jika kuantiti jirim di dalam objek itu tidak berubah.

Inersia

Inersia ialah sifat semula jadi sesuatu objek yang cenderung menentang sebarang perubahan keadaan asal objek dalam keadaan pegun atau sedang bergerak. Inersia bukan kuantiti fizik, maka tidak boleh diukur, tiada nilai dan tiada unit. Antara situasi yang melibatkan inersia:

Keadaan asal objek yang pegun



Rajah 11.27

Apabila kadbod disentak dengan laju, duit syiling akan terjatuh ke dalam gelas. Inersia duit syiling itu mengekalkan keadaan asal duit syiling, iaitu keadaan pegun. Duit syiling itu tidak bergerak bersama kadbod, sebaliknya jatuh ke dalam gelas akibat daya graviti.

Inersia sejajar dengan Hukum Gerakan Newton Pertama oleh Sir Isaac Newton. **Hukum Gerakan Newton Pertama** menyatakan bahawa sesuatu objek akan kekal dalam keadaan asalnya, iaitu sama ada pegun atau sedang bergerak dengan laju malar (dalam garis lurus) jika tiada daya luar yang bertindak terhadapnya.



Gambar foto 11.2 Jisim buah epal diukur dengan penimbang digital

Keadaan asal objek yang bergerak



Rajah 11.28

Apabila kereta api bergerak, penumpang di dalam kereta api itu juga bergerak bersama-sama. Apabila kereta api itu diberhentikan secara tiba-tiba, badan penumpang kekal bergerak ke hadapan. Inersia penumpang itu mengekalkan keadaan asal penumpang, iaitu keadaan bergerak. Maka, penumpang itu meneruskan gerakannya ke hadapan.



Aktiviti 11.6

Meja Bulat



Tujuan: Membincangkan maksud inersia dengan mengkaji situasi dalam kehidupan harian yang menunjukkan kewujudan inersia.

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Bincang dan kaitkan situasi-situasi berikut dengan inersia.

- Badan kita bergerak ke kanan apabila kereta yang kita naiki membelok ke kiri.
- Badan kita bergerak ke hadapan apabila kereta yang kita naiki berhenti secara tiba-tiba.

3. Bentangkan hasil perbincangan.



INFORMASI

Contoh-contoh Inersia dalam Kehidupan Harian
<http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm247>

Hubungan antara Jisim dengan Inersia

Inersia sesuatu objek dipengaruhi oleh **jisim** objek tersebut. Semakin **besar** jisim sesuatu objek, semakin **besar** inersia objek tersebut.



Jisim troli yang kosong adalah lebih kecil, maka inersianya juga lebih kecil. Hal ini menjadikan troli itu mudah digerakkan dari keadaan asalnya.



Jisim troli yang dipenuhi dengan barang adalah lebih besar. Oleh itu, inersianya adalah lebih besar. Troli itu lebih susah untuk digerakkan dari keadaan asalnya.

Gambar foto 11.3 Situasi yang menunjukkan hubungan antara jisim dengan inersia

Hubungan antara jisim dengan inersia dapat dikaji menggunakan **neraca inersia**. Neraca inersia dicipta oleh pihak NASA untuk menentukan jisim objek di stesen angkasa lepas. Mari kita jalankan Eksperimen 11.3 untuk mengkaji kesan jisim terhadap inersia.



Gambar foto 11.4 Neraca inersia

Eksperimen 11.3

Tujuan: Mengkaji hubungan antara jisim dengan inersia.

Pernyataan masalah: Adakah jisim objek mempengaruhi inersia objek tersebut?

Hipotesis: Semakin besar jisim sesuatu objek, semakin besar inersia objek itu.

Pemboleh ubah:

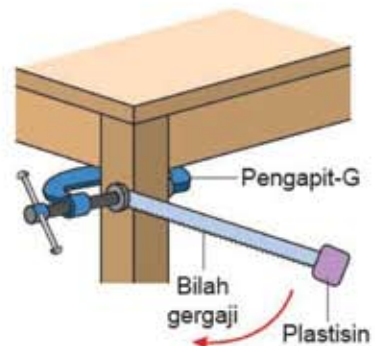
- (a) dimanipulasikan: Jisim plastisin
- (b) bergerak balas: Tempoh ayunan
- (c) dimalarkan: Panjang bilah gergaji yang berayun, bentuk plastisin

Bahan: Plastisin

Radas: Pengapit-G, bilah gergaji, jam randik, penimbang elektronik

Prosedur:

1. Susun radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 11.29.
2. Apitkan bilah gergaji dengan pengapit-G pada kaki meja secara mengufuk dengan ketat.
3. Letakkan seketul plastisin dengan jisim 30 g pada hujung bilah gergaji itu.
4. Sesarkan sedikit hujung bilah gergaji dengan plastisin itu dan lepaskannya supaya berayun secara mengufuk (seperti dalam Rajah 11.29).
5. Catat masa yang diambil bagi 10 ayunan lengkap menggunakan jam randik dan rekodkannya di dalam jadual.
6. Tentukan tempoh, T untuk satu ayunan lengkap.
7. Ulangi langkah 3 hingga 6 menggunakan plastisin yang berjisim 40 g, 50 g, 60 g dan 70 g.



Rajah 11.29 Susunan radas

Keputusan:

Jisim plastisin (g)	Masa untuk 10 ayunan, t (s)	Tempoh, $T = \frac{t}{10}$ (s)
30		
40		
50		
60		
70		

Analisis data: Plotkan graf T melawan jisim plastisin pada sehelai kertas graf.

Kesimpulan:

Adakah hipotesis eksperimen ini diterima? Apakah kesimpulan eksperimen ini?

Soalan:

1. Nyatakan hubungan antara jisim plastisin dengan tempoh ayunan.
2. Nyatakan hubungan antara inersia plastisin dengan jisimnya.
3. Adakah tempoh ayunan bagi bilah gergaji dipengaruhi oleh daya graviti?



VIDEO

Eksperimen

<http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hubung%20Kait%20antara%20Jisim%20dengan%20Inersia.mp4>

Kesan Inersia dalam Kehidupan Harian

Anda telah mengetahui bahawa inersia dipengaruhi oleh jisim sesuatu objek. Inersia boleh memberikan kesan positif dan negatif dalam kehidupan.

Rajah 11.30 menunjukkan kesan positif inersia.



Rajah 11.30 Kesan positif inersia

Rajah 11.31 menunjukkan kesan negatif inersia dan cara mengatasinya.



Rajah 11.31 Kesan negatif inersia dan cara mengatasinya



Aktiviti 11.7

Kerusi Panas

Tujuan: Berbincang serta membuat perkongsian mengenai situasi yang menunjukkan kebaikan dan keburukan kesan inersia kepada manusia.

Arahan:

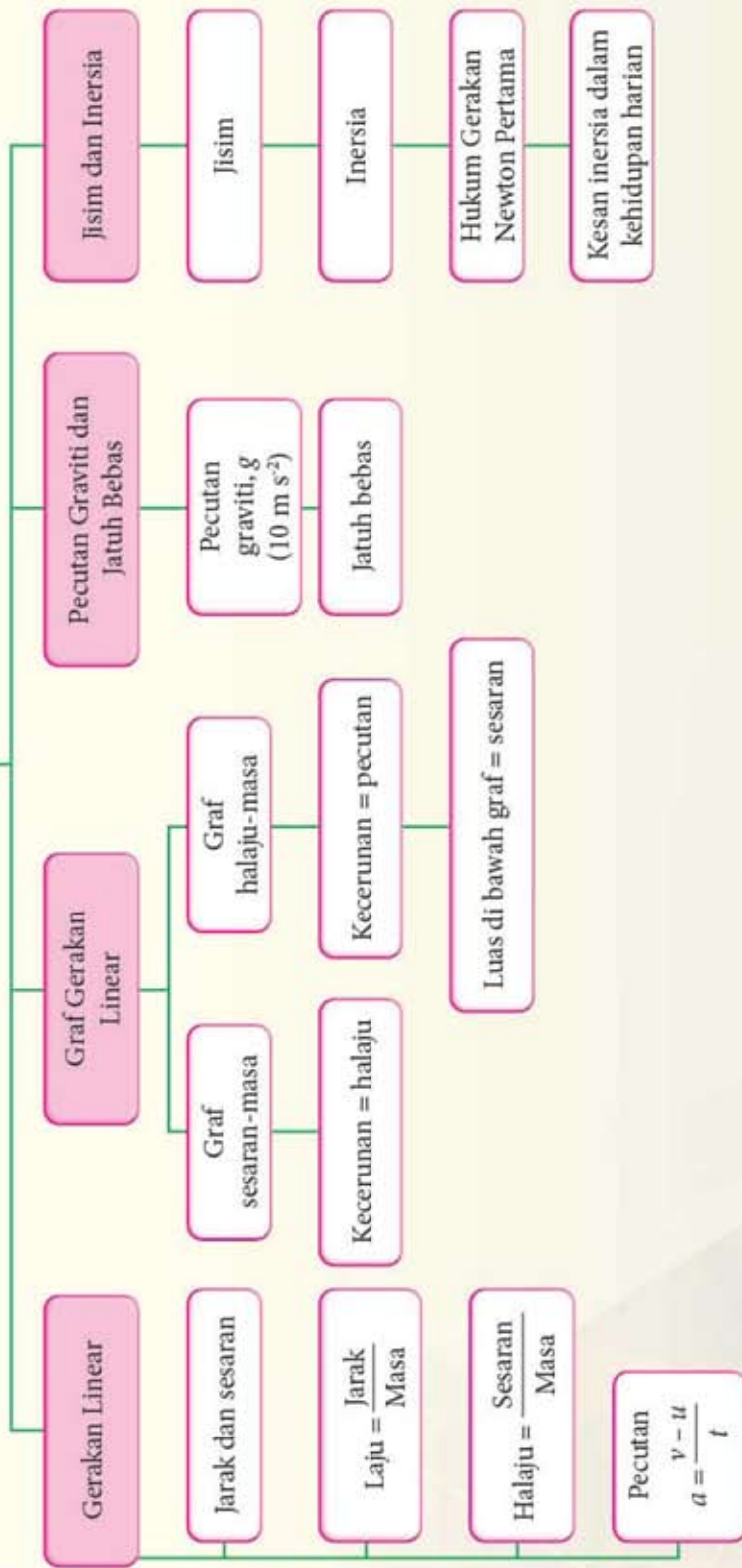
1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Pilih satu contoh kebaikan kesan inersia dan satu contoh keburukan kesan inersia.
3. Bentangkan hasil perbincangan dalam bentuk aktiviti 'Kerusi Panas'.



PRAKTIS FORMATIF 11.4

1. Nyatakan maksud inersia dan berikan dua contoh inersia yang berlaku dalam kehidupan harian.
2. Nyatakan hubungan antara jisim dengan inersia.

DAYA DAN GERAKAN





Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

11.1 Gerakan Linear

- ☐ Menerangkan perbezaan antara jarak dengan sesaran serta unit ukuran dalam kehidupan harian.
- ☐ Menjelaskan maksud laju, laju purata, halaju dan pecutan serta unit ukurannya dengan contoh dalam kehidupan harian.
- ☐ Menyelesaikan masalah yang melibatkan laju, laju purata, halaju dan pecutan dalam kehidupan harian.
- ☐ Membezakan jenis gerakan linear.

11.2 Graf Gerakan Linear

- ☐ Mentafsir jenis gerakan dari graf gerakan linear untuk menentukan jarak, sesaran, halaju, halaju purata dan pecutan.

11.3 Pecutan Graviti dan Jatuh Bebas

- ☐ Menjalankan eksperimen untuk menentukan nilai pecutan graviti Bumi, g .
- ☐ Mentafsir graf gerakan untuk objek yang mengalami keadaan jatuh bebas.
- ☐ Menjalankan eksperimen mengkaji keadaan jatuh bebas dan bukan jatuh bebas.

11.4 Jisim dan Inersia

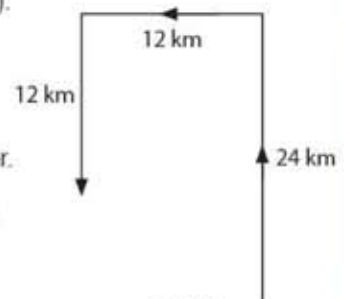
- ☐ Menerangkan jisim.
- ☐ Menerangkan maksud inersia dengan contoh.
- ☐ Menjalankan eksperimen untuk mengkaji hubungan antara jisim dengan inersia.
- ☐ Berkomunikasi tentang kesan inersia dalam kehidupan harian.

Praktis Sumatif 11



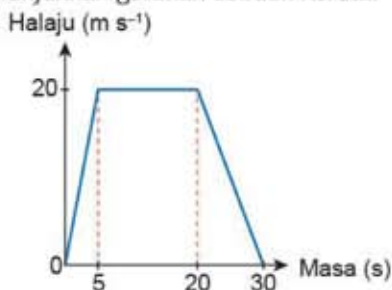
Soalan Objektif
<http://bukutekskssm.my/Sains/T4/K11>

1. Azmeer menunggang motosikal ke arah utara dengan jarak 24 km, kemudian ke arah barat untuk 12 km dan akhirnya ke arah selatan dengan jarak 12 km sebelum dia berhenti untuk berehat (Rajah 1). Perjalanannya itu telah mengambil masa selama 2 jam.
 - (a) Berapakah jarak yang dilalui oleh Azmeer?
 - (b) Berapakah sesaran yang dilalui oleh Azmeer?
 - (c) Tentukan laju purata Azmeer.
 - (d) Hitungkan halaju purata bagi sesaran yang dilalui oleh Azmeer.
2. Hilmi berjalan ke arah utara sejauh 8 m, sebelum menuju ke arah timur sejauh 8 m. Hilmi telah mengambil masa selama 5 minit untuk melengkapkan perjalanannya.
 - (a) Berapakah jarak bagi gerakan tersebut?
 - (b) Berapakah sesaran bagi gerakan tersebut?
 - (c) Tentukan halaju yang dicapai oleh Hilmi.



Rajah 1

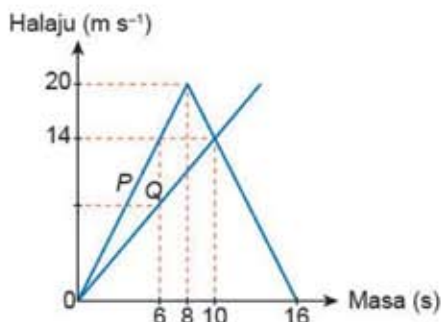
3. Rajah 2 ialah graf yang menunjukkan gerakan sebuah kereta.



Rajah 2

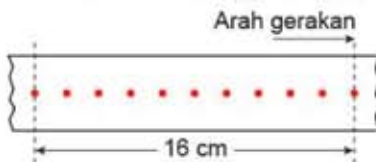
Berdasarkan graf di atas,

- apakah yang mewakili pecutan dalam graf di atas?
 - berapakah pecutan kereta tersebut dari masa 0 saat hingga 5 saat?
 - tentukan jumlah sesaran yang dilalui oleh kereta tersebut.
4. Rajah 3 ialah graf yang menunjukkan gerakan objek P dan objek Q yang dilepaskan secara serentak.



Rajah 3

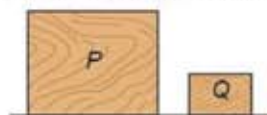
- Berdasarkan kecerunan graf P dan Q, yang manakah menunjukkan nilai pecutan yang lebih tinggi pada saat ke 6? Jelaskan jawapan anda.
 - Tentukan kecerunan P dari 0 saat hingga 8 saat.
5. Rajah 4 menunjukkan satu keratan pita detik yang panjangnya 16 cm.



Rajah 4

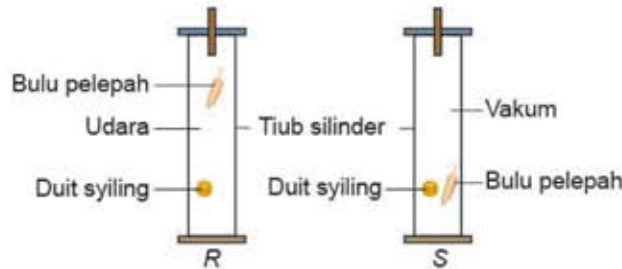
Diberi masa di antara dua titik yang berturutan ialah 0.02 saat.

- Tentukan halaju bagi keratan pita detik di atas.
 - Tentukan nilai pecutan bagi pita detik di atas. Jelaskan jawapan anda.
6. Rajah 5 menunjukkan bongkah kayu P dan Q yang berbeza saiz tetapi mempunyai jisim yang sama.



Rajah 5

- (a) Nyatakan maksud inersia.
- (b) Bongkah kayu yang manakah mempunyai inersia yang lebih besar? Jelaskan jawapan anda.
- (c) Nyatakan Hukum Gerakan Newton Pertama.
7. Rajah 6 menunjukkan sekeping duit syiling dan sehelai bulu pelepah dijatuhkan serentak di dalam dua tiub silinder lut sinar, R dan S. Tiub silinder R mempunyai udara, manakala tiub silinder S berada dalam keadaan vakum.



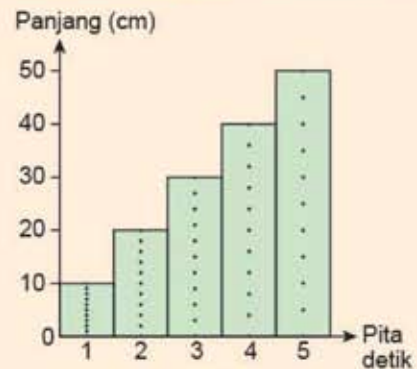
Rajah 6

- (a) Apakah yang dimaksudkan dengan jatuh bebas?
- (b) Bandingkan masa bagi duit syiling dan bulu pelepah itu jatuh di dalam tiub silinder R dan S. Jelaskan jawapan anda.
- (c) Bina satu kesimpulan yang sesuai bagi aktiviti di atas.

Cabar Minda

8. Rajah 7 menunjukkan satu carta pita detik bagi sebuah troli yang menuruni landasan yang dicondongkan. Jangka masa detik yang digunakan bergetar dengan frekuensi 50 Hz.

- (a) Tentukan masa bagi 10 detik tersebut.
- (b) Berapakah halaju bagi pita detik 1 dan pita detik 5?
- (c) Landasan dicondongkan lagi supaya troli bergerak ke bawah dengan lebih laju. Ramalkan panjang carta pita detik yang akan diperolehi.



Rajah 7

9. Rajah 8 menunjukkan seorang murid sedang mengetuk hujung pemegang tukul pada permukaan keras.
- (a) Apakah tujuan sebenar murid itu melakukan aktiviti di atas?
- (b) Apakah konsep yang digunakan oleh murid tersebut?
- (c) Terangkan dua aktiviti harian anda yang menggunakan konsep seperti yang dinyatakan dalam soalan 9(b).



Rajah 8