



Bab 7

Tenaga dan Kuasa

Apakah definisi kerja, tenaga dan kuasa?
Apakah maksud tenaga keupayaan graviti,
tenaga keupayaan kenyal dan tenaga kinetik?
Apakah Prinsip Keabadian Tenaga?



Marilah kita mengkaji

- ▶ Kerja, tenaga dan kuasa
- ▶ Tenaga keupayaan dan tenaga kinetik
- ▶ Prinsip keabadian tenaga

Galeri Sains



Aktiviti menaiki tangga dapat

- memelihara kesihatan organ badan seperti jantung dan peparu
- memastikan proses pengaliran darah di dalam badan lebih efisien
- mengurangkan risiko serangan penyakit jantung, kencing manis, tekanan darah tinggi dan kanser kolon
- menambahkan keimunan badan
- menghasilkan tulang yang sihat dan mengurangkan risiko osteoporosis
- memperkuat otot
- memudahkan pembakaran lemak badan lalu mengawal berat badan



Kakitangan hospital dan orang ramai yang mengunjungi Hospital Shah Alam, Selangor digalakkan menaiki tangga. Adakah anda menaiki tangga atau menggunakan lif? Mengapa?

Selain bilangan anak tangga, nyatakan satu faktor lain untuk menentukan jumlah kerja yang dilakukan untuk menaiki tangga. Apakah kesan menaiki tangga dalam masa yang singkat terhadap kesihatan kita?



Kata Kunci

- | | | |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ◆ Kerja | ◆ Tenaga keupayaan kenyal | ◆ Prinsip Keabadian Tenaga |
| ◆ Tenaga | ◆ Tenaga kinetik | ◆ Ayunan bandul ringkas |
| ◆ Kuasa | ◆ Sesaran | ◆ Ayunan spring berbeban |
| ◆ Tenaga keupayaan grafiti | ◆ Daya purata | ◆ Sistem tertutup |

Kerja

Apakah maksud kerja berdasarkan pengetahuan anda? Banding dan bezakan maksud kerja anda itu dengan definisi kerja dalam sains seperti yang berikut:

Kerja, W , didefinisikan sebagai hasil darab **daya, F** , dan **sesaran, s** , dalam arah daya, iaitu $W = Fs$.

Unit S.I. bagi kerja ialah **joule (J)**.

1 joule (J) kerja dilakukan apabila **daya 1 newton (N)** digunakan untuk menggerakkan objek sejauh **1 meter (m)** dalam arah daya, iaitu $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$.

Momen daya dan **tenaga** merupakan dua kuantiti fizik selain kerja yang diukur dalam unit newton meter (Nm). Unit yang lebih besar seperti kilojoule (kJ) dan megajoule (MJ) juga digunakan dalam pengukuran kerja.

INFO SAINS

Sesaran ialah jarak yang dilalui mengikut arah tertentu.

CABARAN MINDA

Lengkapkan yang berikut:

(a) $1 \text{ kJ} = \dots \text{ J}$

(b) $1 \text{ MJ} = \dots \text{ J}$

Contoh Pengiraan Kerja dalam Aktiviti Harian

Perhatikan Rajah 7.1 dan Gambar foto 7.1. Rajah dan gambar foto ini menunjukkan beberapa aktiviti dalam kehidupan harian.

(Cara yang betul untuk mengangkat beban yang berat)



Daya
melawan
daya tarikan
graviti, $\uparrow$

Berat beban,
 $\downarrow$

Aktiviti A

Mengangkat objek setinggi 1 m dengan daya 20 N secara menegak untuk melawan daya tarikan graviti.

Rajah 7.1 Aktiviti harian yang berkaitan dengan kerja

Aktiviti B

Menolak troli sejauh 5 m dengan daya 10 N.

**Aktiviti C**

Menarik laci sejauh 30 cm dengan daya 2 N.

Gambar foto 7.1 Aktiviti harian yang berkaitan dengan kerja

Kerja yang dilakukan dalam Aktiviti A, B dan C adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7.1.

Jadual 7.1 Kerja yang dilakukan dalam Aktiviti A, B dan C

Aktiviti harian	Daya	Arah daya	Sesaran dalam arah daya	Kerja yang dilakukan
A	20 N	Menegak	1 m	$W = Fs$ $= 20 \text{ N} \times 1 \text{ m}$ $= 20 \text{ J}$
B	10 N	Mendatar	5 m	$W = Fs$ $= 10 \text{ N} \times 5 \text{ m}$ $= 50 \text{ J}$
C	2 N	Mendatar	0.3 m	$W = Fs$ $= 2 \text{ N} \times 0.3 \text{ m}$ $= 0.6 \text{ J}$

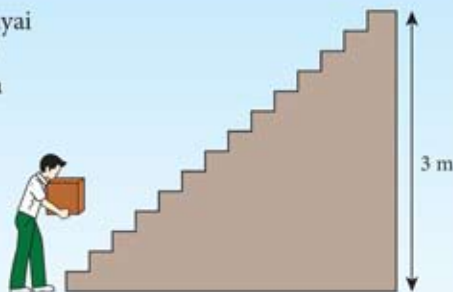
Mengira Kerja yang Dilakukan

Contoh 1

Rajah 7.2 menunjukkan seorang murid yang mempunyai berat badan 400 N dengan beban di tangannya 100 N menaiki tangga dengan tinggi tegak 3 m. Hitung kerja yang dilakukan.

Penyelesaian

$$\begin{aligned}
 W &= Fs \\
 &= (400 + 100) \text{ N} \times 3 \text{ m} \\
 &= 500 \text{ N} \times 3 \text{ m} \\
 &= 1\,500 \text{ J}
 \end{aligned}$$



Rajah 7.2

Contoh 2

Rajah 7.3 menunjukkan Ali mengangkat sebuah kotak berjisim 10 kg dari lantai ke atas almari. Berapakah kerja yang dilakukan oleh Ali? (Anggapkan daya graviti yang bertindak ke atas objek berjisim 1 kg ialah 10 N)

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Berat kotak} &= 10 \times 10 \text{ N} \\ &= 100 \text{ N} \\ W &= Fs \\ &= 100 \text{ N} \times 2 \text{ m} \\ &= 200 \text{ J}\end{aligned}$$



Rajah 7.3

Contoh 3

Seorang buruh menarik sebuah baldi berisi simen seberat 300 N dari atas tanah ke tingkat satu sebuah bangunan dengan menggunakan sistem takal. Tingkat satu adalah 10 m dari tanah. Berapakah kerja yang dilakukan oleh buruh itu?

Penyelesaian

$$\begin{aligned}W &= Fs \\ &= 300 \text{ N} \times 10 \text{ m} \\ &= 3\,000 \text{ J}\end{aligned}$$



Adakah kerja dilakukan dalam situasi yang ditunjukkan dalam gambar foto ini?



Tenaga dan Kuasa

Tenaga didefinisikan sebagai keupayaan untuk melakukan kerja. Unit S.I. bagi tenaga ialah **joule (J)**. Apabila daya 1 N digunakan untuk menggerakkan objek sejauh 1 m dalam arah daya, tenaga sebanyak 1 J telah digunakan.



Perhatikan Rajah 7.4. Sekiranya Kamal dan Ah Kit menaiki tangga bermula dari lantai pada masa yang sama, siapakah mempunyai kuasa yang lebih tinggi? Mengapa?



Rajah 7.4

Kuasa, P, didefinisikan sebagai kadar melakukan kerja, **W**, iaitu:

$$\text{Kuasa, } P = \frac{\text{Kerja yang dilakukan, } W}{\text{Masa yang diambil, } t}$$

Unit S.I. bagi kuasa ialah **watt (W)**. Apabila 1 **joule (J)** kerja dilakukan dalam masa 1 saat (s), kuasa sebanyak 1 **watt (W)** telah digunakan, iaitu $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$.

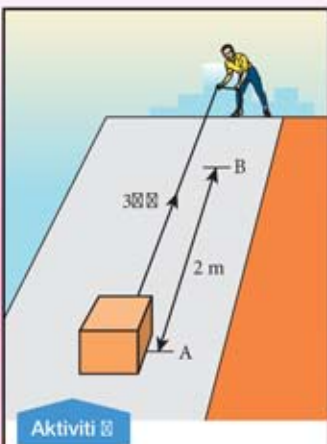
Contoh Pengiraan Kuasa dalam Aktiviti Harian

Rajah 7.5 menunjukkan beberapa aktiviti dalam kehidupan harian.



Aktiviti D

Seekor monyet mempunyai berat 50 N memanjat pokok setinggi 3 m dalam masa 20 s.



Aktiviti E

Azul menarik sebuah kotak di atas landasan licin dari A ke B dengan daya 30 N sejauh 2 m (dalam arah daya) dalam masa 5 s.



Aktiviti F

Pemberat 150 N diangkat setinggi 1 m dalam masa 0.5 s.

Rajah 7.5 Aktiviti harian yang berkaitan dengan kuasa

Kerja yang dilakukan dan kuasa yang diperlukan dalam Aktiviti D, E dan F adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7.2.

Jadual 7.2 Kerja yang dilakukan dan kuasa yang diperlukan dalam Aktiviti D, E dan F

Aktiviti harian	D	E	F
Daya	50 N	30 N	150 N
Sesaran dalam arah daya	3 m	2 m	1 m
Kerja yang dilakukan	$W = Fs$ $= 50 \text{ N} \times 3 \text{ m}$ $= 150 \text{ J}$	$W = Fs$ $= 30 \text{ N} \times 2 \text{ m}$ $= 60 \text{ J}$	$W = Fs$ $= 150 \text{ N} \times 1 \text{ m}$ $= 150 \text{ J}$
Masa yang diambil	20 s	5 s	0.5 s
Kuasa yang diperlukan	$P = \frac{W}{t}$ $= \frac{150 \text{ J}}{20 \text{ s}}$ $= 7.5 \text{ W}$	$P = \frac{W}{t}$ $= \frac{60 \text{ J}}{5 \text{ s}}$ $= 12 \text{ W}$	$P = \frac{W}{t}$ $= \frac{150 \text{ J}}{0.5 \text{ s}}$ $= 300 \text{ W}$

Aktiviti 7.1

Aktiviti inkuiri

Tujuan: Mengira kerja dan kuasa yang diperlukan

Bahan

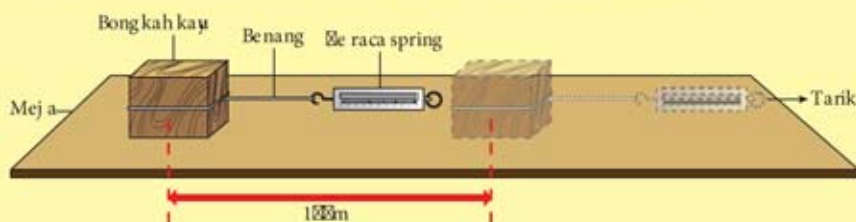
Pemberat 100 g, benang dan bongkah kayu

Radas

Neraca spring, pembaris meter dan jam randik

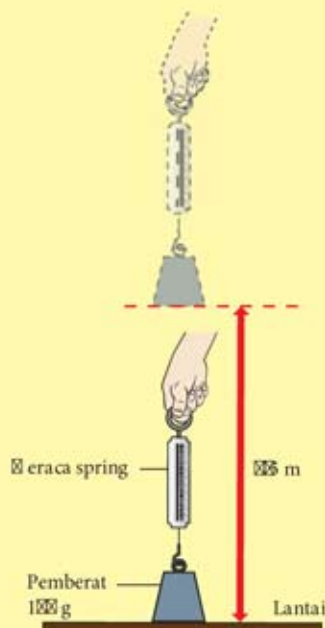
Arahan

1. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.6.



Rajah 7.6

2. Tarik neraca spring sehingga bongkah kayu itu mula bergerak dan catatkan daya yang ditunjukkan pada neraca spring.
3. Tarik bongkah kayu itu sejauh 1.0 m dengan daya tersebut seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.6. Minta rakan anda mengukur masa yang diambil untuk menggerakkan bongkah kayu itu dengan menggunakan jam randik.
4. Catatkan masa yang diambil. Hitung dan catatkan kerja yang dilakukan dan kuasa yang diperlukan dalam jadual.
5. Sediakan susunan radas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.7.
6. Angkat pemberat 100 g dengan neraca spring sejauh 0.5 m secara menegak dari lantai.
7. Catatkan daya yang ditunjukkan pada neraca spring.
8. Minta rakan anda mengukur masa yang diambil untuk menggerakkan pemberat tersebut menggunakan jam randik.
9. Catatkan masa yang diambil. Hitung dan catatkan kerja yang dilakukan dan kuasa yang diperlukan dalam jadual.



Rajah 7.7

Aktiviti	Daya (N)	Jarak (m)	Kerja (J)	Masa (s)	Kuasa (W)
Menarik bongkah kayu sejauh 1.0 m secara mendatar					
Mengangkat pemberat 100 g sejauh 0.5 m secara menegak					

Soalan

- Nyatakan jenis daya yang diatasi semasa:
 - menarik bongkah kayu di atas permukaan meja
 - mengangkat pemberat 100 g secara menegak dari lantai
- Aktiviti yang manakah melibatkan kerja yang dibuat paling banyak?
- Nyatakan **tiga** faktor yang mempengaruhi kuasa.
- Aktiviti yang manakah dilakukan dengan kuasa yang paling tinggi?
 - Berikan **satu** contoh aktiviti atau objek dalam kehidupan harian yang melibatkan kuasa yang tinggi.
 - Berikan **satu** contoh aktiviti atau objek dalam kehidupan harian yang melibatkan kuasa yang rendah.



Hari ini dalam sejarah

Satu unit bagi kuasa yang lazimnya digunakan pada masa dahulu ialah kuasa kuda (hp).



Praktis Formatif

7.1

- Berikan definisi kerja.
 - Apakah unit S.I. bagi kerja?
- Apakah maksud tenaga?
- Berikan definisi kuasa.
 - Apakah unit S.I. bagi kuasa?
- Rajah 1 menunjukkan sebuah kren elektromagnet mengangkat beban seberat 2 500 N setinggi 4 m.
 - Hitungkan kerja yang dilakukan.
 - Berapakah tenaga yang digunakan untuk mengangkat beban oleh kren?
 - Jika masa yang diambil oleh kren untuk mengangkat beban itu ialah 1.2 minit, hitungkan kuasa kren itu.



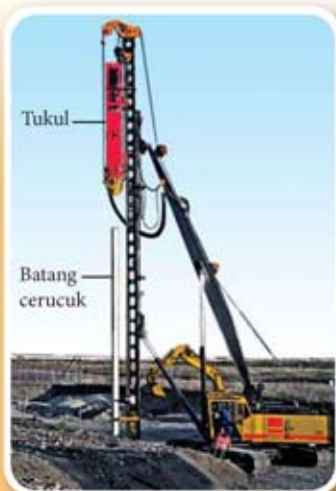
Rajah 1

Tenaga Keupayaan Gravitasi

Dalam mesin menanam cerucuk seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 7.2, sebuah tukul ditarik ke atas dan kemudian dilepaskan supaya jatuh menghentam batang cerucuk. Daya yang dihasilkan oleh tukul ini pada arah menegak telah menggerakkan cerucuk ke bawah dan masuk ke dalam tanah.


VIDEO

Tonton video ini untuk melihat operasi menanam cerucuk



(a) Tukul sebelum dijatuhkan



(b) Tukul selepas dijatuhkan

Gambar foto 7.2 Tenaga keupayaan graviti digunakan dalam mesin menanam cerucuk

Tukul yang telah diangkat ke suatu ketinggian, h dari permukaan Bumi mempunyai tenaga keupayaan graviti. **Tenaga keupayaan graviti** adalah kerja yang dilakukan untuk mengangkat sesuatu objek ke suatu ketinggian, h dari permukaan Bumi.

$$\text{Tenaga keupayaan graviti} = mgh$$

- m ialah jisim objek dalam unit kg
- g ialah pecutan graviti dalam unit m s^{-2}
- h ialah ketinggian dalam unit m

Mengapakah kerja dilakukan?

Apakah jenis daya yang dihasilkan oleh tukul?

Dari manakah tenaga untuk melakukan kerja ini diperolehi?


INFO SAINS

Berat = jisim, $m \times$ pecutan graviti, g dengan g dianggarkan sebagai 10 m s^{-2} (atau 10 N kg^{-1})

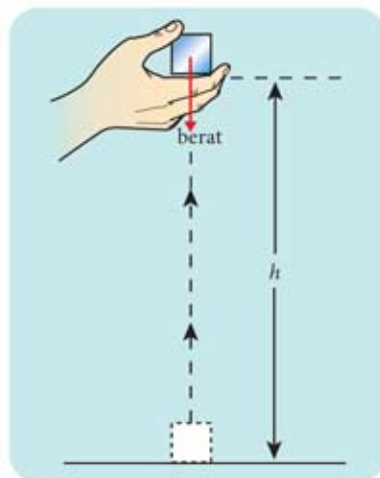
Hubungan antara Kerja dengan Tenaga Keupayaan Gravitasi

Rajah 7.8 menunjukkan objek yang berjisim m diangkat setinggi h secara menegak dari permukaan Bumi.

$$\begin{aligned}\text{Kerja yang dilakukan} &= \text{Daya} \times \text{sesaran pada arah daya} \\ &= \text{Berat} \times \text{tinggi diangkat} \\ &= (m \times g) \times h \\ &= mgh\end{aligned}$$

Oleh sebab tiada bentuk tenaga yang lain dihasilkan, maka semua kerja yang dilakukan terhadap objek itu akan ditukarkan kepada tenaga keupayaan graviti.

$$\begin{aligned}\text{Tenaga keupayaan graviti} &= \text{kerja yang dilakukan} \\ &= mgh\end{aligned}$$



Rajah 7.8

Contoh masalah numerikal

Gambar foto 7.3 menunjukkan sebuah lif di KLCC. Lif tersebut mengangkat suatu beban yang berjisim 1 500 kg setinggi 30 m.

- Berapakah kerja yang dilakukan oleh lif itu?
- Berapakah tenaga keupayaan graviti lif itu pada ketinggian 30 m?
- Apakah hubung kait antara kerja yang dilakukan oleh lif dengan tenaga keupayaan graviti lif?
- Berapakah kuasa lif dalam unit kW jika masa yang diambil untuk mengangkat suatu beban yang berjisim 1 500 kg setinggi 30 m ialah 0.5 minit?

Penyelesaian

- $$\begin{aligned}W &= Fs \\ &= mgh \\ &= 1\,500\text{ kg} \times 10\text{ m s}^{-2} \times 30\text{ m} \\ &= 450\,000\text{ J}\end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}\text{Tenaga keupayaan graviti} &= mgh \\ &= 1\,500\text{ kg} \times 10\text{ m s}^{-2} \times 30\text{ m} \\ &= 450\,000\text{ J}\end{aligned}$$
- Kerja yang dilakukan oleh lif = Tenaga keupayaan graviti yang dipunyai oleh lif
- $$\begin{aligned}\text{Kuasa, } P &= \frac{W}{t} \\ &= \frac{450\,000\text{ J}}{0.5\text{ minit}} \\ &= \frac{450\,000\text{ J}}{30\text{ s}} \\ &= 15\,000\text{ W} \\ &= 15\text{ kW}\end{aligned}$$



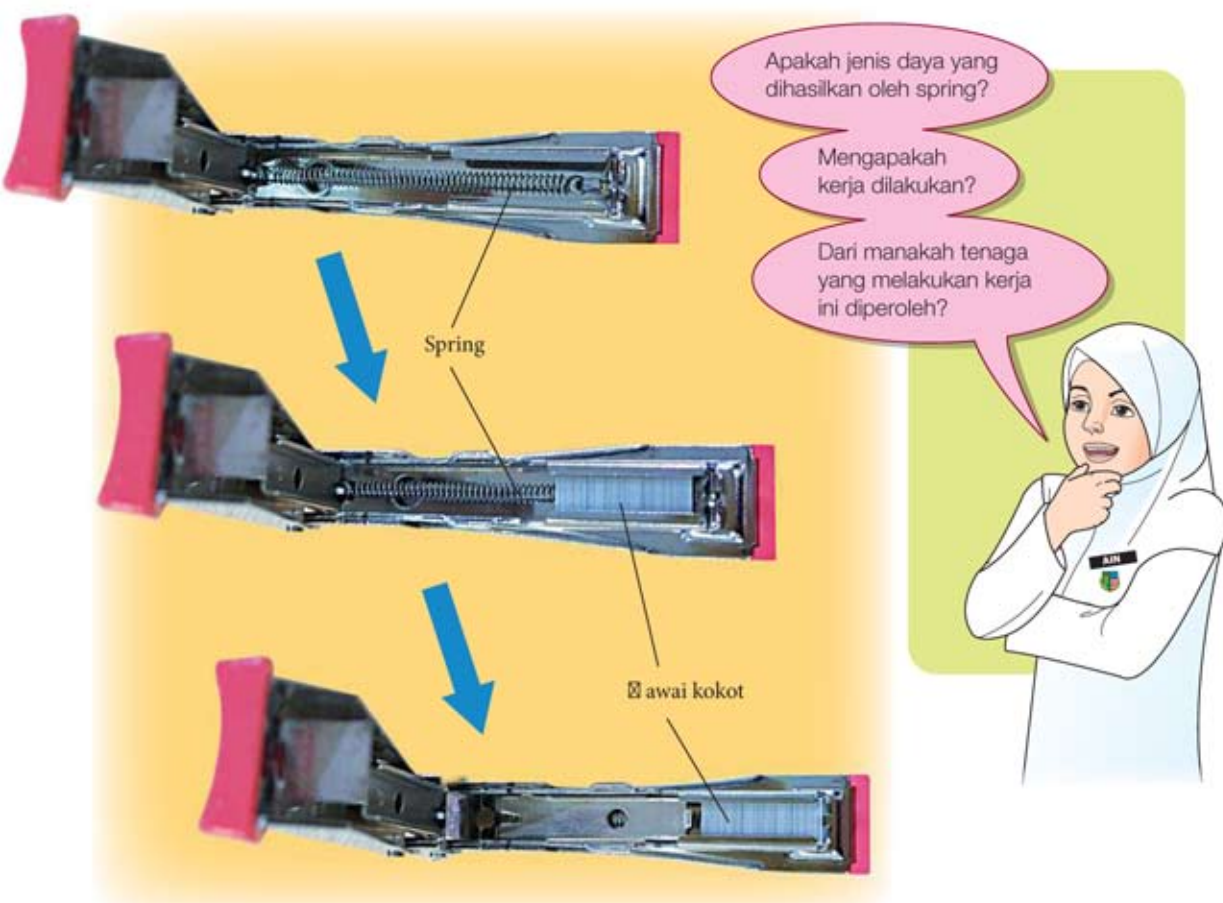
Contoh Tambahan
<http://bt.sasbadi.com/sa3217>



Gambar foto 7.3

Tenaga Keupayaan Kenyal

Gambar foto 7.4 menunjukkan peringkat dawai kokot stapler diisi. Terdapat satu spring yang diregangkan dan kemudian dilepaskan. Daya yang dihasilkan oleh spring yang meregang ini menggerakkan dawai kokot mengikut arah daya.



Gambar foto 7.4 Tenaga keupayaan kenyal digunakan dalam stapler

Spring yang dimampat atau diregang mempunyai tenaga keupayaan kenyal. **Tenaga keupayaan kenyal** ialah kerja yang dilakukan untuk memampat atau meregang suatu bahan kenyal dengan sesaran x dari kedudukan keseimbangan.

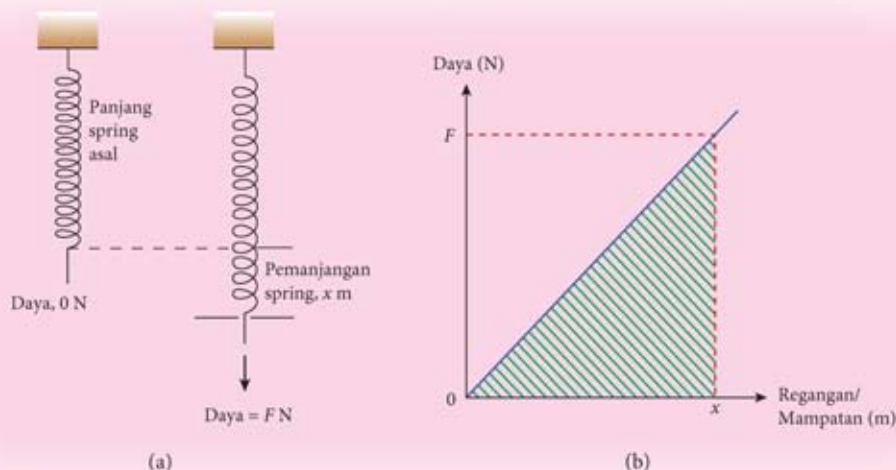
$$\text{Tenaga keupayaan kenyal} = \frac{1}{2} Fx$$

- F ialah daya regangan atau mampatan dalam unit N
- x ialah sesaran dari kedudukan keseimbangan dalam unit m

Hubungan antara Kerja dengan Tenaga Keupayaan Kenyal

Katakan suatu spring diregangkan sebanyak x m dengan daya F N (Rajah 7.9(a)). Maka, nilai daya pada spring berubah dari 0 N ke F N seperti yang ditunjukkan dalam graf (Rajah 7.9(b)). Untuk kes yang melibatkan spring, kerja yang dilakukan bersamaan luas di bawah graf F - x .

$$\begin{aligned}\text{Tenaga keupayaan kenyal} &= \text{kerja yang dilakukan} \\ &= \text{luas di bawah graf} \\ &= \frac{1}{2} Fx\end{aligned}$$



Rajah 7.9 Hubungan antara kerja dengan tenaga keupayaan kenyal

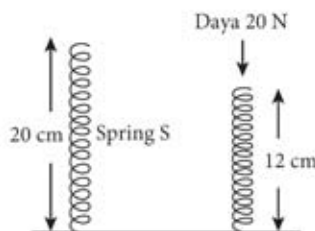
Contoh masalah numerikal

Panjang asal bagi spring S ialah 20 cm. Apabila daya terakhir yang dikenakan pada spring S ialah 20 N, panjang baharunya menjadi 12 cm. Hitung tenaga keupayaan kenyal yang dipunyai oleh spring S yang termampat itu.

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Jarak mampatan, } x &= \text{Panjang asal} - \text{panjang baharu} \\ &= 20 \text{ cm} - 12 \text{ cm} \\ &= 8 \text{ cm} \\ &= 0.08 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tenaga keupayaan kenyal} &= \frac{1}{2} Fx \\ &= \frac{1}{2} \times 20 \text{ N} \times 0.08 \text{ m} \\ &= 0.8 \text{ J}\end{aligned}$$



Rajah 7.10



Contoh Tambahan
<http://bt.sasbadi.com/sa3219>

Tenaga Kinetik

Tenaga kinetik ialah tenaga yang dimiliki oleh suatu objek yang bergerak.

$$\text{Tenaga kinetik} = \frac{1}{2} mv^2$$

m ialah jisim dalam unit kg

v ialah halaju dalam unit m s^{-1}

Contoh masalah numerikal

Contoh 1

Apabila sebuah kereta api yang berjisim 500 000 kilogram bergerak dengan halaju 360 km j^{-1} , berapakah tenaga kinetik yang dimiliki oleh kereta api ini?

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Halaju kereta api} &= 360 \text{ km j}^{-1} \\ &= \frac{360 \text{ km}}{1 \text{ j}} \\ &= \frac{360\,000 \text{ m}}{3\,600 \text{ s}} \\ &= 100 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tenaga kinetik bagi} &= \frac{1}{2} mv^2 \\ \text{kereta api} &= \frac{1}{2} \times 500\,000 \text{ kg} \times (100 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 2\,500\,000\,000 \text{ J}\end{aligned}$$

Contoh 2

Sebutir bebola keluli berjisim 0.2 kg mempunyai tenaga kinetik 3.6 J. Berapakah halaju, v bebola keluli tersebut?

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Tenaga kinetik} &= \frac{1}{2} mv^2 \\ 3.6 \text{ J} &= \frac{1}{2} \times 0.2 \text{ kg} \times v^2 \\ v^2 &= \frac{3.6 \text{ J}}{0.1 \text{ kg}} \\ &= 36 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \\ v &= \sqrt{36 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}} \\ &= 6 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

Contoh 3

Hitung tenaga kinetik bagi elektron yang berjisim $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ dan berhalaju $4 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$.

Penyelesaian

$$\begin{aligned}\text{Tenaga kinetik bagi elektron} &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} \times (9 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (4 \times 10^6 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 7.2 \times 10^{-18} \text{ J}\end{aligned}$$

Mari kita jalankan Aktiviti 7.2 untuk membincangkan maksud dan contoh tenaga keupayaan graviti, tenaga keupayaan kenyal dan tenaga kinetik dalam konteks kehidupan harian.

Aktiviti 7.2

Membincangkan maksud dan contoh tenaga keupayaan graviti, tenaga keupayaan kenyal dan tenaga kinetik dalam konteks kehidupan harian

PAK-21

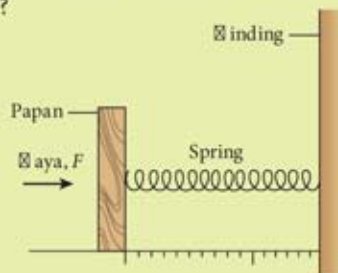
- KMK, KIAK
- Aktiviti perbincangan

Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Setiap kumpulan perlu mencari maklumat tentang maksud dan contoh tenaga keupayaan graviti, tenaga keupayaan kenyal dan tenaga kinetik dalam konteks kehidupan harian.
3. Bentangkan hasil dapatan kumpulan anda dalam bentuk peta minda.

Praktis Formatif 7.2

1. (a) Apakah hubung kait antara tenaga keupayaan graviti dengan kerja?
(b) Apakah hubung kait antara tenaga keupayaan kenyal dengan kerja?
2. Liza mengangkat sebuah kerusi seberat 40 N sehingga ke aras ketinggian 50 cm.
(a) Berapakah kerja yang dilakukan oleh Liza untuk mengangkat kerusi tersebut?
(b) Apakah bentuk tenaga yang dimiliki oleh kerusi itu?
(c) Berapakah tenaga yang dimiliki oleh kerusi itu?
3. Daya, F , dikenakan terhadap papan untuk memampatkan spring ke arah dinding seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Diberi bahawa panjang asal spring ialah 50 cm, panjang akhir ialah 30 cm dan daya akhir yang dikenakan terhadap spring ialah 20 N. Berapakah tenaga keupayaan kenyal yang dimiliki oleh spring yang termampat?
4. (a) Mengapakah kenderaan berat seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2 lazimnya berhalaju rendah tetapi mempunyai tenaga kinetik yang tinggi?
(b) Nyatakan **satu** contoh objek harian yang mempunyai tenaga kinetik yang tinggi dalam keadaan yang berikut: 
(i) Objek yang berjisim kecil tetapi berhalaju tinggi.
(ii) Objek yang berjisim besar dan berhalaju tinggi.



Rajah 1



Rajah 2



Gambar foto 7.5 Roller-coaster

Roller-coaster yang ditunjukkan dalam Gambar foto 7.5 melibatkan perubahan bentuk tenaga. Nyatakan perubahan bentuk tenaga yang terlibat.

Prinsip Keabadian Tenaga

Prinsip Keabadian Tenaga menyatakan bahawa tenaga tidak boleh dicipta atau dimusnah tetapi hanya boleh berubah-ubah bentuknya.

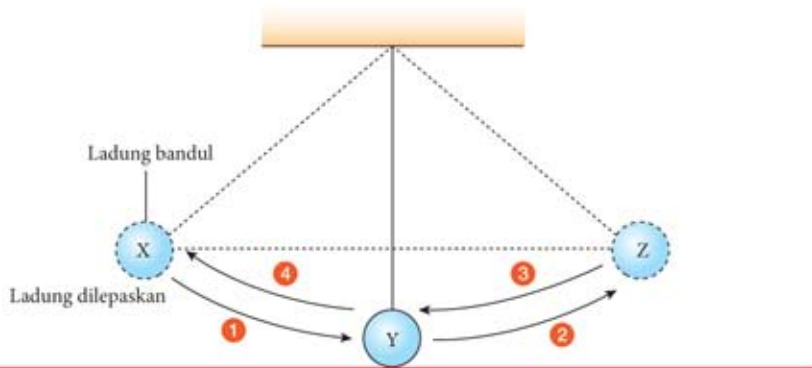
Sistem ayunan seperti ayunan bandul ringkas dan ayunan spring berbeban sentiasa mengalami perubahan bentuk tenaga antara **tenaga keupayaan graviti** atau **tenaga keupayaan kenyal** dengan **tenaga kinetik**. Adakah sistem ayunan mematuhi Prinsip Keabadian Tenaga?

i INFO SAINS

Tenaga yang berguna ialah tenaga dalam bentuk yang mudah diubah kepada bentuk yang lain untuk melakukan kerja. Contohnya, tenaga kimia yang tersimpan dalam bahan api fosil adalah tenaga yang berguna kerana tenaga kimia mudah ditukar kepada tenaga haba dan tenaga cahaya melalui pembakaran bahan api fosil.

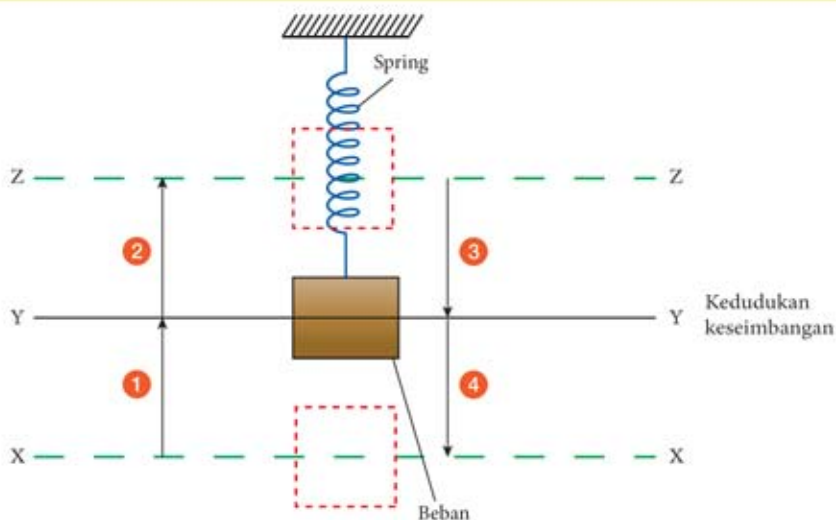
Sistem Ayunan Mengikut Prinsip Keabadian Tenaga

Perhatikan Rajah 7.11 dan 7.12. Mari kita lihat perubahan bentuk tenaga yang berlaku dalam ayunan bandul ringkas dan ayunan spring berbeban sebagai contoh Prinsip Keabadian Tenaga.



Keadaan ladung bandul	Perubahan bentuk tenaga bagi ladung antara tenaga keupayaan graviti (T.U. graviti) dengan tenaga kinetik (T.K.)
Pada kedudukan X	T.U. graviti = maksimum (ladung pada ketinggian maksimum) T.K. = sifar (ladung pegun, kelajuan = sifar)
1 Dari kedudukan X ke Y	T.U. graviti ladung berkurang (ketinggian ladung semakin berkurang) T.K. ladung semakin bertambah (kelajuan ladung semakin bertambah)
Pada kedudukan Y	T.U. graviti = minimum (ladung pada ketinggian minimum) T.K. = maksimum (ladung pada kelajuan maksimum)
2 Dari kedudukan Y ke Z	T.U. graviti ladung bertambah (ketinggian ladung semakin bertambah) T.K. ladung semakin berkurang (kelajuan ladung semakin berkurang)
Pada kedudukan Z	T.U. graviti = maksimum (ladung pada ketinggian maksimum) T.K. = sifar (ladung pegun, kelajuan = sifar)
3 Dari kedudukan Z ke Y	T.U. graviti ladung berkurang (ketinggian ladung semakin berkurang) T.K. ladung semakin bertambah (kelajuan ladung semakin bertambah)
Pada kedudukan Y	T.U. graviti = minimum (ladung pada ketinggian minimum) T.K. = maksimum (ladung pada kelajuan maksimum)
4 Dari kedudukan Y ke X	T.U. graviti ladung bertambah (ketinggian ladung semakin bertambah) T.K. ladung semakin berkurang (kelajuan ladung semakin berkurang)
Pada kedudukan X	T.U. graviti = maksimum (ladung pada ketinggian maksimum) T.K. = sifar (ladung pegun, kelajuan = sifar)

Rajah 7.11 Ayunan bandul ringkas



Kedadaan spring berbeban

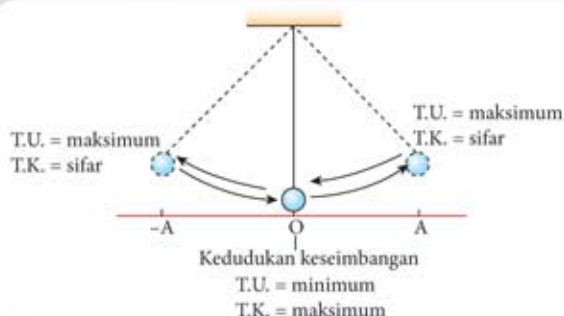
Perubahan bentuk tenaga bagi beban antara tenaga keupayaan kenyal (T.U. kenyal) dengan tenaga kinetik (T.K.)

Pada kedudukan X	T.U. kenyal = maksimum (spring paling teregang) T.K. = sifar (spring pegun, kelajuan = sifar)
➊ Dari kedudukan X ke Y	T.U. kenyal berkurang (spring semakin kurang teregang) T.K. semakin bertambah (kelajuan spring semakin bertambah)
Pada kedudukan Y	T.U. kenyal = minimum (spring pada kedudukan keseimbangan) T.K. = maksimum (kelajuan spring maksimum)
➋ Dari kedudukan Y ke Z	T.U. kenyal bertambah (spring semakin termampat) T.K. semakin berkurang (kelajuan spring semakin berkurang)
Pada kedudukan Z	T.U. kenyal = maksimum (spring paling termampat) T.K. = sifar (spring pegun, kelajuan = sifar)
➌ Dari kedudukan Z ke Y	T.U. kenyal berkurang (spring semakin kurang termampat) T.K. semakin bertambah (kelajuan spring semakin bertambah)
Pada kedudukan Y	T.U. kenyal = minimum (spring pada kedudukan keseimbangan) T.K. = maksimum (kelajuan spring maksimum)
➍ Dari kedudukan Y ke X	T.U. kenyal bertambah (spring semakin teregang) T.K. semakin berkurang (kelajuan spring semakin berkurang)
Pada kedudukan X	T.U. kenyal = maksimum (spring paling teregang) T.K. = sifar (spring pegun, kelajuan sifar)

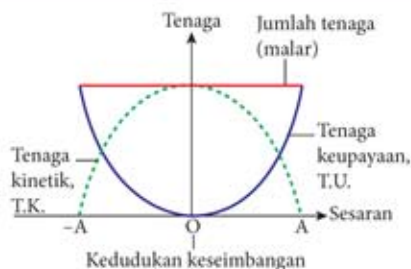
Rajah 7.12 Ayunan spring berbeban

Perubahan Tenaga Kinetik dan Tenaga Keupayaan bagi Suatu Sistem Tertutup

Dalam **sistem tertutup**, perubahan tenaga antara tenaga keupayaan dengan tenaga kinetik mematuhi Prinsip Keabadian Tenaga. Oleh itu, jumlah tenaga keupayaan dan tenaga kinetik dalam suatu sistem ayunan yang tertutup adalah **malar**. Contoh sistem ayunan yang tertutup adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 7.13 (a). Rajah 7.13 (b) menunjukkan perubahan tenaga dalam bentuk graf.



Rajah 7.13 (a) Ayunan bandul dalam sistem tertutup



Rajah 7.13 (b) Graf perubahan tenaga

i INFO SAINS

Berdasarkan Prinsip Keabadian Tenaga, tenaga boleh berubah-ubah bentuk. Dalam perubahan bentuk tenaga, sebahagian kecil sahaja tenaga ditukarkan menjadi tenaga yang berguna. Sebahagian besarnya pula ditukarkan menjadi tenaga yang tidak berguna seperti tenaga haba yang disebabkan oleh geseran. Sistem tertutup merupakan sistem di mana tiada daya luar seperti geseran bertindak. Maka tenaga haba tidak akan terhasil dalam suatu sistem tertutup.

Mari jalankan Aktiviti 7.3 untuk membincangkan situasi harian yang melibatkan perubahan tenaga.

Aktiviti 7.3

Membincangkan situasi harian yang melibatkan perubahan tenaga

Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Setiap kumpulan perlu mencari maklumat tentang perubahan tenaga dalam situasi harian seperti ayunan buaian, objek yang jatuh dari suatu ketinggian, *roller-coaster* dan alat mainan berspring seperti kereta mainan dan pistol mainan.
3. Label dan nyatakan bentuk dan perubahan tenaga pada kedudukan yang tertentu dalam situasi harian itu.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda di dalam kelas.



Contoh masalah numerikal

Rajah 7.14 menunjukkan sebuah pistol mainan. Panjang spring di dalam pistol mainan ini ialah 300 mm. Jika daya 5 N digunakan untuk memampat spring sehingga panjang spring menjadi 50 mm, hitungkan kelajuan maksimum bola plastik yang berjisim 50 g semasa bola itu ditembak keluar dari pistol. Nyatakan satu anggapan yang dibuat untuk menyelesaikan masalah ini.



Rajah 7.14

Penyelesaian

Berdasarkan Prinsip Keabadian Tenaga, tenaga keupayaan kenyal tersimpan dalam spring = tenaga kinetik bola plastik.

$$\begin{aligned}\frac{1}{2} Fx &= \frac{1}{2} mv^2 \\ \frac{1}{2} \times 5 \text{ N} \times \frac{250}{1000} \text{ m} &= \frac{1}{2} \times \frac{50}{1000} \text{ kg} \times v^2 \\ v^2 &= 25 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \\ v &= \sqrt{25 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}} \\ &= 5 \text{ m s}^{-1}\end{aligned}$$

Anggapan: Tiada kehilangan tenaga ke persekitaran.

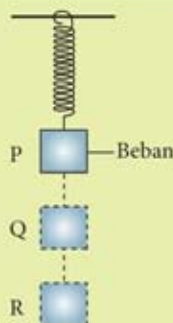


Contoh Tambahan
<http://bt.sasbadi.com/sa3226>

Praktis Formatif

7.3

1. Nyatakan Prinsip Keabadian Tenaga.
2. Ayunan spring berbeban seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 merupakan suatu sistem ayunan tertutup.
 - (a) Nyatakan kedudukan beban di mana tenaga keupayaan kenyal sistem adalah maksimum.
 - (b) Nyatakan kedudukan beban di mana tenaga keupayaan kenyal sistem adalah minimum.
3. Rajah 2 menunjukkan sebuah sfera logam berjisim 2 kg dilepaskan dari ketinggian 2.5 m dari permukaan Bumi.
 - (a) Hitung tenaga keupayaan graviti yang dimiliki oleh sfera logam itu sebelum dilepaskan.
 - (b) Berapakah kelajuan maksimum bagi sfera logam tersebut setelah dilepaskan?



Rajah 1



Rajah 2

Rumusan



Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

7.1 Kerja, Tenaga dan Kuasa

- ☐ Mendefinisikan kerja dan menyelesaikan masalah berkaitan tenaga dalam kehidupan harian.
- ☐ Menghubunkaitkan kuasa dengan kerja dan menyelesaikan masalah dalam kehidupan harian.

7.2 Tenaga Keupayaan dan Tenaga Kinetik

- ☐ Menerangkan dengan contoh tenaga keupayaan graviti dan menyelesaikan masalah dalam kehidupan harian.
- ☐ Mengirakan tenaga keupayaan kenyal dalam konteks kehidupan harian.
- ☐ Menjelaskan dengan contoh tenaga kinetik dalam konteks kehidupan harian.

7.3 Prinsip Keabadian Tenaga

- ☐ Menerangkan dengan contoh Prinsip Keabadian Tenaga.
- ☐ Menyelesaikan masalah kualitatif dan kuantitatif yang melibatkan perubahan tenaga kinetik dan tenaga keupayaan bagi suatu sistem tertutup.



Jawab soalan yang berikut:

1. Terdapat banyak bentuk tenaga. Padankan bentuk tenaga yang berikut dengan definisinya yang betul.

Bentuk tenaga

Definisi

(a) Tenaga keupayaan

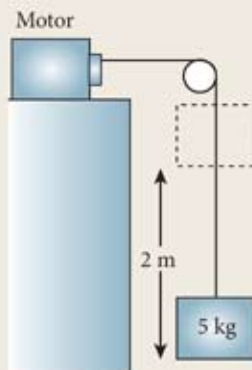
(b) Tenaga kinetik

• Keupayaan melakukan kerja

• Tenaga yang dimiliki oleh objek yang bergerak

• Tenaga yang dimiliki oleh objek disebabkan oleh kedudukan atau keadaannya

2. Gariskan jawapan yang betul tentang kerja, tenaga dan kuasa.
 - (a) Unit bagi tenaga ialah (J s/N m).
 - (b) (Kerja/Kuasa) didefinisikan sebagai hasil darab daya dan sesaran dalam arah daya.
 - (c) Objek yang (pegun/bergerak) tidak mempunyai tenaga kinetik.
 - (d) Prinsip Keabadian Tenaga menyatakan bahawa tenaga (boleh/tidak boleh) berubah-ubah bentuknya.
 - (e) Berat ialah hasil darab jisim dan (daya/pecutan) graviti.
3. Rajah 1 menunjukkan sebuah motor mengangkat satu beban yang berjisim 5 kg setinggi 2 m.
 - (a) Hitungkan kerja yang dilakukan oleh motor tersebut.
 - (b) Berapakah tenaga yang digunakan oleh motor tersebut untuk mengangkat beban?



Rajah 1

4. Nyatakan rumus tenaga yang berikut:
 - (a) Tenaga keupayaan graviti
 - (b) Tenaga keupayaan kenyal
 - (c) Tenaga kinetik
5. Rajah 2 menunjukkan seorang pemanah wanita menarik tali busur dengan daya maksimum 200 N sejauh 0.4 m.
 - (a) Berapakah kerja yang dilakukan?
 - (b) Hitung tenaga keupayaan kenyal yang dipunyai oleh tali busur yang teregang itu.
 - (c) Mengapakah bukan semua kerja yang dilakukan untuk menarik tali busur ini diubah kepada tenaga keupayaan kenyal?

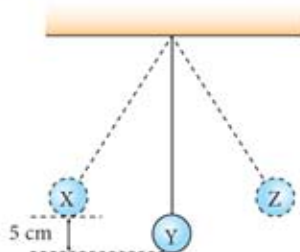


Rajah 2

Fokus KBAT

6. Rajah 3 menunjukkan ayunan bandul ringkas dalam suatu sistem tertutup. Jisim ladung bandul ialah 40 g.

- Nyatakan prinsip yang dipatuhi oleh ayunan bandul ringkas dalam sistem tertutup.
- Pada kedudukan manakah bandul mempunyai tenaga keupayaan graviti dan tenaga kinetik yang senilai? 🧠
- Hitungkan perbezaan tenaga keupayaan graviti bandul pada kedudukan X dengan bandul pada kedudukan Y.



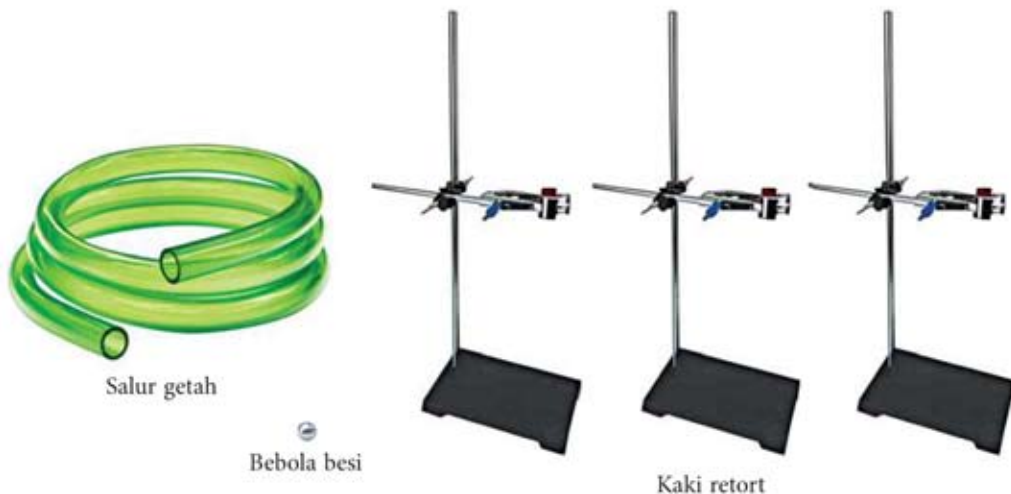
Rajah 3

7. Rajah 4 menunjukkan sebuah model *roller-coaster* yang ringkas.



Rajah 4

Anda dikehendaki membina sebuah model *roller-coaster* yang berfungsi dengan menggunakan bahan yang disediakan di bawah.



Lakarkan model *roller-coaster* anda. Terangkan ciri keistimewaan model tersebut. 🧠