

BAB 9

Energi dan Usaha

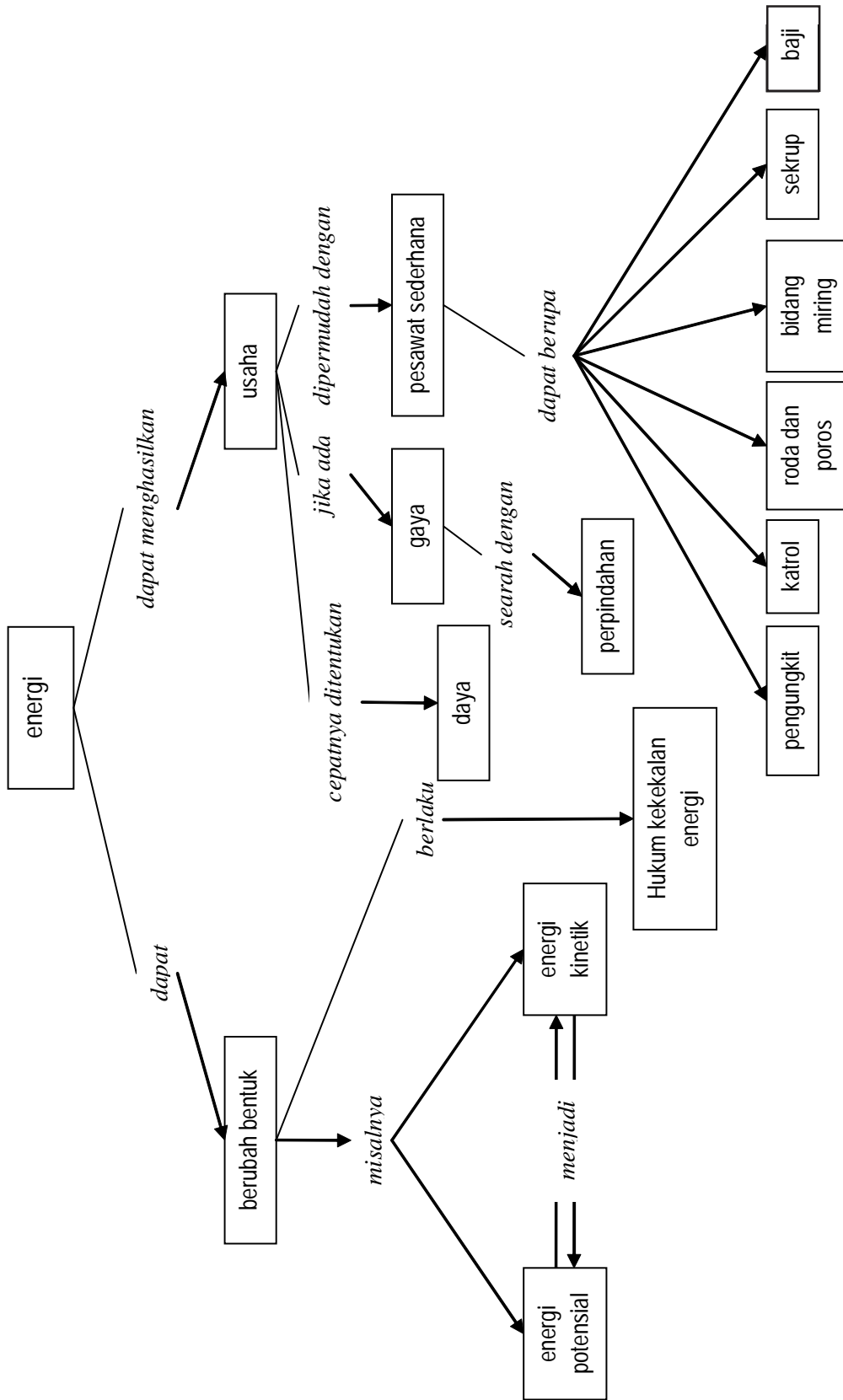
A. Energi

B. Pesawat Sederhana



Sumber: <http://www.nightglow.gsfc.nasa.gov>

Peta Konsep Energi dan Usaha



Bagaimana cara kamu menggunakan energi setiap hari? Setiap aktivitas yang kamu lakukan akan memerlukan pengeluaran energi yang tersimpan dalam tubuhmu. Beberapa kegiatan, misalnya olah raga naik turun tangga memerlukan lebih banyak energi dibanding yang lain. Dalam Bab ini kamu akan mempelajari beberapa bentuk energi, usaha atau kerja, serta peralatan yang memudahkan kerja. Lakukan Kegiatan Penyelidikan di bawah ini, untuk menyelidiki keterkaitan aktivitas dengan penggunaan energi. Amatilah pula bagaimana kamu bergantung pada sumber energi yang ada dalam dirimu.

Kegiatan Penyelidikan



Pikirkan energi yang terlibat saat kamu mencoba kegiatan berikut ini.

1. Berdiri dan angkat kedua lenganmu setinggi pinggang, dan buka telapak tanganmu. Mintalah temanmu meletakkan beberapa buku pada tanganmu.
2. Angkatlah buku-buku tersebut hingga setinggi bahu, kemudian turunkan lagi tanganmu. Sekarang cobalah menahan buku tersebut.
3. Mintalah teman sekelasmu menambahkan 2 buku lagi. Ulangi kegiatan mengangkat buku tersebut.
4. Sambil tetap membawa buku, berjalanlah beberapa langkah di dalam kelas.
5. Ulangilah kegiatan nomor empat, namun dengan menaiki undak-undakan yang ada di sekolahmu.



Jurnal IPA

Kegiatan manakah yang memerlukan banyak energi? Paparkan pemikiranmu, mengapa kegiatan tersebut lebih banyak memerlukan energi didalam Jurnal IPAmu.



Sumber: Dok. Penulis.



Kata-kata IPA
energi
energi kinetik
energi potensial
energi mekanik
hukum kekekalan energi
usaha
daya

Apakah energi itu?

Kamu tentunya telah mengetahui berbagai contoh energi yang dimanfaatkan saat ini. Hampir semua yang kamu lihat atau kerjakan melibatkan energi. Energi itu sesuatu yang agak misterius. Kamu tidak dapat menciumnya. Dalam banyak kejadian kamu tidak dapat melihatnya. Sebagai contoh, cahaya adalah salah satu bentuk energi, dan tanpa cahaya kamu tidak mampu melihat apapun. Kamu tidak dapat melihat listrik, tetapi kamu dapat melihat akibatnya saat menyalakan lampu, dan kamu dapat merasakan akibatnya pada panas yang dihasilkan oleh kumparan pemanggang kue. Kamu tidak dapat melihat energi dalam makanan pada **Gambar 9.1**, tetapi kamu dapat melihat dan merasakan akibatnya ketika otot-ototmu menggunakan energi tersebut untuk bergerak.

Energi – Penyebab Perubahan

Jika sebuah bola kasti terbang di udara dan memecahkan jendela, bola tersebut jelas mengubah jendela! Ketika sebuah benda mempunyai kemampuan mengubah lingkungannya, dikatakan benda itu memiliki energi. Bola kasti mempunyai energi dan melakukan usaha terhadap jendela menyebabkan



Gambar 9.1

Makanan yang bergizi dan seimbang memberikan “bahan bakar” bagi tubuh. Energi yang tersimpan dalam makanan diubah dalam bentuk yang dapat digunakan tubuh.

Sumber: <http://www.sinarharapan.co.id>.

jendela bergerak. Singkatnya, penggunaan energi melibatkan perubahan.

Secara tradisional, energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha, yakni menyebabkan sesuatu berpindah. Tetapi ketika usaha ditunjukkan, selalu ada perubahan. Hubungan ini memberikan definisi umum yang berguna. Energi adalah kemampuan untuk menyebabkan perubahan.

Perubahan bentuk energi

Jika kamu meminta teman-temanmu untuk memberikan contoh-contoh energi, kamu mungkin akan mendapatkan jawaban yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya mungkin menunjuk energi dalam api. Teman lain mungkin memberikan energi yang dibutuhkan untuk lomba lari. Energi terjadi pada berbagai bentuk yang berbeda. Api memiliki energi panas dan energi cahaya. Lemak yang tersimpan dalam tubuhmu mengandung energi kimia.

Sebagai penyebab berubahnya benda-benda, energi itu sendiri seringkali mengalami perubahan dari satu bentuk ke bentuk lain. Perubahan bentuk energi terjadi di sekitarmu setiap hari. Ketika mobil terletak di tempat panas sepanjang hari, energi gelombang cahaya berubah menjadi energi panas yang menghangatkan bagian dalam mobil itu. Dalam api unggun seperti **Gambar 9.2**, energi kimia di dalam kayu berubah menjadi energi cahaya dan energi panas. Selama perubahan bentuk, misalnya saat cahaya berubah menjadi panas, banyaknya energi tetap sama. Tak ada energi yang hilang atau bertambah. *Hanya bentuk energi yang berubah, bukan banyaknya energi.*

Pemanfaatan perubahan bentuk energi, lebih lanjut dapat kamu pelajari pada bagian berikutnya.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.2

Dalam api unggun, energi kimia dalam kayu diubah, atau berubah bentuk, menjadi energi panas dan cahaya.

Energi kinetik dan potensial



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.3

Anak-anak yang sedang berlari ini menggunakan banyak energi. *Kegiatan macam apakah yang hanya membutuhkan sedikit energi?*

Telah kamu ketahui bahwa energi dapat berada dalam berbagai bentuk, misalnya cahaya, panas, dan gerak. Sekarang bayangkan sebuah batu yang diam di puncak tebing. Apabila batu tersebut didorong dan bergerak, maka batu tersebut akan jatuh, dan bergerak makin lama makin cepat. Batu yang bergerak tersebut memiliki *energi kinetik*. Pada saat batu diam di puncak bukit, batu tersebut memiliki *energi potensial*.

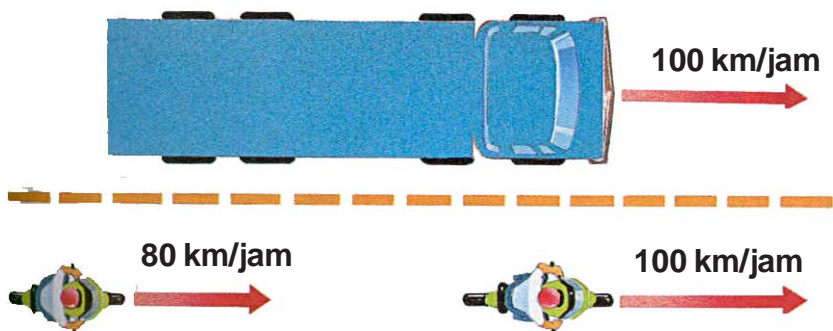
Energi Kinetik: pada Benda Bergerak

Biasanya, ketika kamu berpikir tentang energi, kamu berpikir tentang gerak. **Energi kinetik** adalah energi dalam bentuk gerak. Roda sepeda yang berputar, anak-anak yang berlari dalam **Gambar 9.3**, dan plastik yang melayang semuanya memiliki energi kinetik. Berapa besarnya? Energi ini bergantung pada massa dan kecepatan benda yang bergerak.

Semakin besar massa benda yang bergerak, energi kinetiknya juga semakin besar. Demikian juga semakin cepat benda bergerak, energi kinetiknya semakin besar. Truk yang bergerak pada 100 km/jam dalam **Gambar 9.4** memiliki energi kinetik lebih besar dibanding sepeda motor yang bergerak dengan kelajuan yang sama. Tetapi sepeda motor tersebut memiliki energi kinetik lebih besar daripada sepeda motor sejenis yang bergerak pada 80 km/jam.

Energi Potensial Gravitasi

Energi tidak harus melibatkan gerakan. Walaupun tak bergerak, suatu benda dapat memiliki energi yang tersimpan



Gambar 9.4

Energi kinetik tiap-tiap kendaraan berbeda karena energi kinetik bergantung pada massa dan kecepatan.

Sumber: cf. McLaughlin & Thomson, 1997.

padanya, yang berpotensi menyebabkan perubahan jika terdapat kondisi-kondisi tertentu. **Energi potensial** adalah energi yang tersimpan. Besar energi potensial pada suatu benda bergantung pada kedudukannya atau kondisinya.

Pot bunga yang terletak di ambang jendela lantai dua memiliki energi potensial gravitasi karena kedudukannya. Jika terdapat sesuatu yang membuat pot tersebut bergeser dari ambang jendela, gravitasi menyebabkan pot tersebut jatuh ke tanah. Saat jatuh, energi potensial pot tersebut berubah menjadi energi kinetik.

Energi potensial pot bunga dalam **Gambar 9.5** berhubungan dengan jaraknya terhadap permukaan tanah. *Lebih tinggi kedudukannya, energi potensialnya juga lebih besar.* Pot bunga yang terletak pada lantai lima memiliki energi potensial lebih besar dibanding dengan pot pada lantai di bawahnya.

Jika pot bunga jatuh, gaya gravitasi mempercepat gerak jatuhnya. Semakin tinggi pot tersebut, kecepatan akhirnya juga semakin besar. Jadi pot bunga yang jatuh dari lantai yang lebih tinggi akan memiliki kecepatan lebih besar dan energi kinetik lebih besar ketika tiba di permukaan tanah dibandingkan dengan pot serupa yang jatuh dari lantai yang lebih rendah.

Besar energi potensial gravitasi pada sebuah benda juga bergantung pada *massa benda* tersebut. *Semakin besar massa sebuah benda, energi potensial gravitasi benda tersebut juga semakin besar.* Pot bermassa 10 kg yang berada pada lantai dua memiliki energi potensial gravitasi lebih besar daripada pot 5 kg yang terletak pada tempat yang sama.

Kamu telah mempelajari energi kinetik dan beberapa perubahan energi potensial. Perubahan lain energi potensial akan didiskusikan pada bagian berikutnya dalam subbab ini.

Kaitan dengan



GEOGRAFI

Sungai berarus deras dan gletser yang bergerak perlahan sama-sama memiliki energi kinetik. Batuan yang terletak setimbang di bukit memiliki energi potensial. Buat **hipotesis** yang menunjukkan contoh-contoh lain energi kinetik dan energi potensial di alam.



Sumber:cf. McLaughin & Thomson, 1997; cf. risiko12057054.wordpress.com.

Gambar 9.5

Benda-benda yang dapat jatuh memiliki salah satu bentuk energi yaitu potensial.



Sumber: Dok. Penulis.

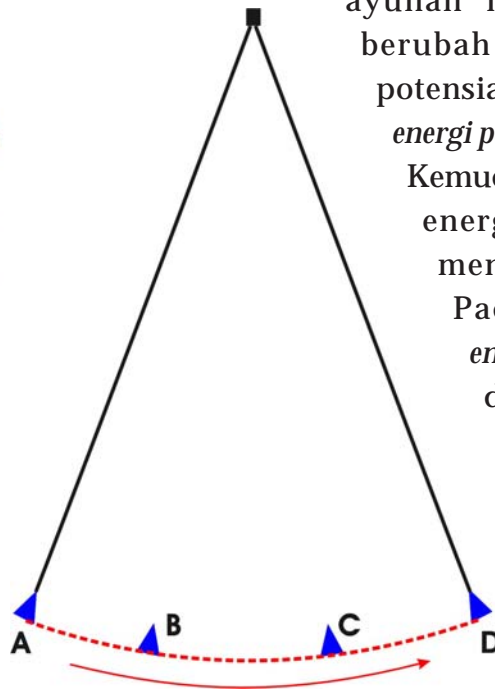
Gambar 9.6

Penumpang ayunan ini mengalami perubahan energi saat ayunan bergerak

Kekekalan Energi

Mungkin kamu pernah menaiki ayunan seperti yang dinaiki anak pada **Gambar 9.6**. Cobalah ingat lagi seperti apa mengayun maju dan mundur, tinggi dan rendahnya. Sekarang pikirkan tentang perubahan energi pada masing-masing gerakan tersebut.

Ayunan dimulai dengan suatu dorongan untuk membuatmu bergerak, yakni untuk memberikan sejumlah energi kinetik padamu. Saat ayunan naik, energi kinetik berubah menjadi energi potensial. Pada *titik tertinggi*, *energi potensialnya juga terbesar*. Kemudian, saat ayunan turun, energi potensial berubah menjadi energi kinetik. Pada *titik terendahnya*, *energi kinetiknya terbesar* dan *energi potensialnya terkecil*.



A) Pada titik tertingginya, energi mekanik berupa energi potensial.

B) Saat ia mengayun menuju bagian terendah, ia semakin cepat dan energi kinetiknya bertambah. Karena ketinggiannya berkurang, pada saat itu energi potensialnya berkurang.

C) Saat ketinggiannya bertambah pada sisi lainnya, ayunan mulai melambat dan kehilangan energi kinetik. Saat ketinggiannya bertambah, energi potensialnya juga bertambah.

D) Saat ia mencapai titik tertinggi dan bersiap-siap untuk mengayun lagi pada arah sebaliknya, energi mekanik ayunan berupa energi potensial.

Ketika ayunan berlangsung maju dan mundur, energi diubah dari kinetik ke potensial ke kinetik, berlanjut dan berlangsung terus-menerus. Secara bersamaan, energi potensial dan kinetik ayunan membentuk energi mekanik. Energi mekanik adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial dalam suatu sistem.

Kekekalan Energi – Hukum Alam

Ilmuwan telah mempelajari bahwa pada situasi tertentu, energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain, tetapi energi totalnya tetap. Dengan kata lain, energi adalah kekal. Fakta ini dikenal sebagai hukum alam. Sesuai hukum kekekalan energi, energi dapat berubah bentuk, tetapi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan pada kondisi biasa. Hukum ini berlaku untuk sistem tertutup, yakni energi tidak memasuki atau meninggalkan sistem itu.

Misalkan hukum kekekalan energi diterapkan kepada ayunan. Dapatkah kamu memperkirakan apakah ayunan bergerak maju mundur selamanya? Kamu tahu hal ini tidak terjadi. Ayunan melambat dan akhirnya berhenti. Kemana perginya energi tersebut?

Gesekan dan hambatan udara selalu bekerja pada ayunan dan penunggangnya, yang juga dialami oleh pemain *skate* pada **Gambar 9.7**. Gaya-gaya tersebut menyebabkan energi mekanik ayunan berubah menjadi energi panas. Pada setiap gerakan ayunan, suhu ayunan, penunggangnya, dan udara di sekitarnya bertambah sedikit. Jadi energi mekanik tidak hilang, tetapi berubah menjadi energi panas.

Kereta luncur mengangkat kamu tinggi-tinggi dari tanah dan juga menggerakkan kamu pada kelajuan tinggi. Tubuhmu mengalami berbagai perubahan energi kinetik dan energi potensial. Buatlah **hipotesis** di titik mana tubuhmu memiliki energi kinetik terbesar.

Gambar 9.7

Gravitasi menghasilkan gaya yang menggerakkan papan luncur menuruni papan cekung. *Perubahan energi apa yang terjadi?*



Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997.

Energi pada Tubuh Manusia

Energi dalam bentuk apakah yang dapat kamu temukan dalam tubuh manusia? Dengan tangan kananmu, pegang dan rasakan bahu kirimu. Saat melakukan gerakan sederhana, kamu terlibat dalam perubahan energi potensial kimia yang tersimpan dalam tubuhmu menjadi energi kinetik berupa gerakan tanganmu saat melakukan usaha. Apakah bahumu terasa hangat oleh tanganmu? Sebagian energi potensial yang tersimpan dalam tubuhmu digunakan untuk menjaga suhu dalam tubuh konstan. Sebagian energi juga diubah menjadi panas yang terbuang ke lingkungan sekitar. Walau-pun istirahat, orang dalam **Gambar 9.8** memerlukan perubahan energi.

Proses kimia dan fisika yang kompleks juga tunduk terhadap hukum-hukum fisika, termasuk hukum kekekalan energi. Energi yang tersimpan dalam tubuhmu (misalnya berupa lemak) berkurang ketika usaha yang dilakukan atau panas terbuang dari tubuhmu ke lingkungan sekitarmu. Untuk menjaga berat badan yang sehat, kamu harus menyeimbangkan antara energi yang diperoleh dengan energi yang dikeluarkan dari tubuhmu sebagai usaha atau panas.

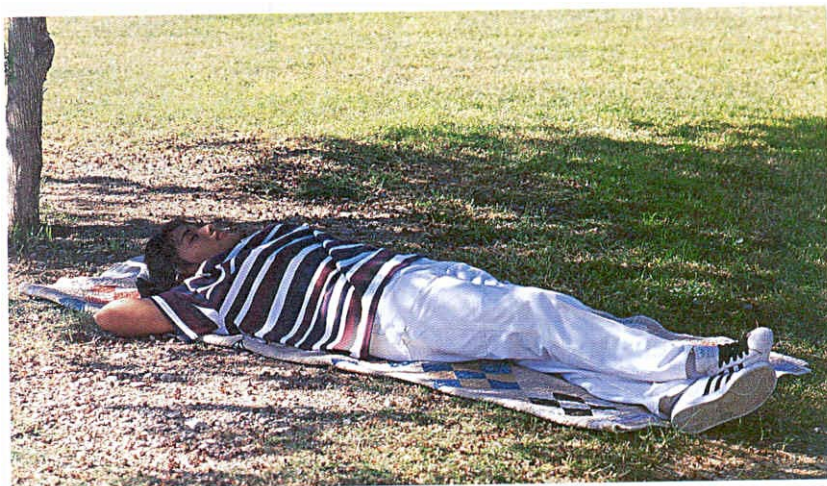
Makanan – Energi Potensial Kimia Kita

Apa yang kamu makan untuk sarapan pagi ini? Tubuhmu sibuk mengubah secara kimia makananmu menjadi molekul-molekul yang dapat bereaksi dengan oksigen dan digunakan sebagai bahan bakar. Walaupun kamu tidak sarapan pagi ini, tubuhmu mengubah energi

yang tersimpan dalam lemak untuk kebutuhan mendadak sampai kamu makan lagi. Kamu mungkin akrab dengan Kalori makanan, yaitu satuan yang digunakan ahli nutrisi untuk mengukur berapa banyak energi yang kita dapatkan dari makanan tertentu. Satu Kalori (dengan huruf k besar) sama dengan satu

Gambar 9.8

Orang ini tetap menggunakan energi walaupun sedang istirahat. Jelaskan untuk apakah penggunaan energi dalam tubuhnya.



Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997.

Tabel 5-1

Energi yang Digunakan Selama 1 Jam (Kalori)			
Jenis Kegiatan	Ukuran Tubuh		
	Kecil	Sedang	Besar
Tidur	48	56	64
Duduk	72	84	96
Makan	84	98	112
Berdiri	96	112	123
Berjalan	180	210	240
Bermain tenis	380	420	460
Balap sepeda	500	600	700
Berlari	700	850	1000

kilokalori atau sekitar 4180 joule. Setiap gram lemak yang dikonsumsi seseorang menyediakan energi 9 Kalori. Karbohidrat dan protein masing-masing menyediakan energi sekitar 4 Kalori per gram.

Mengapa tubuhmu memerlukan sumber energi? Makanan menyediakan bahan bakar yang digunakan untuk menjaga suhu tubuh agar konstan, untuk membantu organ-organ tubuh, dan melakukan usaha saat kamu menggerakkan tubuhmu. **Tabel 5-1** menunjukkan banyaknya energi yang digunakan dalam melakukan berbagai aktivitas. Energi yang diperlukan masing-masing orang bergantung pada berbagai faktor seperti ukuran tubuh, usia, jenis kelamin, faktor keturunan, dan tingkat aktivitas sehari-hari. Dalam sub bab berikutnya, kamu akan mempelajari sumber-sumber dan penggunaan energi dan bentuk-bentuk energi yang berbeda.

Setelah kamu memahami pengertian energi, energi kinetik, dan energi potensial, terapkan lebih lanjut pemahamanmu dengan melakukan **Kegiatan 9.1**.



Penggunaan Matematika

Satu bungkus kecil kentang goreng mengandung sekitar 270 Kalori. Dengan menggunakan **Tabel 5-1**, hitunglah berapa menit kamu harus berjalan untuk “membakar” Kalori ini.



Kegiatan 9.1

Merancang Sendiri Percobaanmu Energi pada Ayunan

Bayangkan dirimu berayun dalam ayunan. Apa yang akan terjadi seandainya temanmu menghentikanmu dengan menahan tali ayunan pada bagian tengahnya saat kamu melintas pada titik terendah? Apakah kamu akan langsung berhenti ataukah meneruskan gerakanmu hingga mencapai ketinggian maksimum?

PERSIAPAN

Permasalahan

Bagaimanakah kamu menggunakan sebuah model untuk menjawab pertanyaan tentang situasi ayunan seperti yang dipaparkan di atas?

Merumuskan Hipotesis

Pelajari gambar peralatan di samping. Apakah gambar ini mirip dengan situasi yang dipaparkan dalam pengantar di atas? Susunlah hipotesis mengenai apa yang terjadi pada gerak ayunan dan ketinggian akhir jika ayunan dihentikan oleh penghalang melintang.

Tujuan

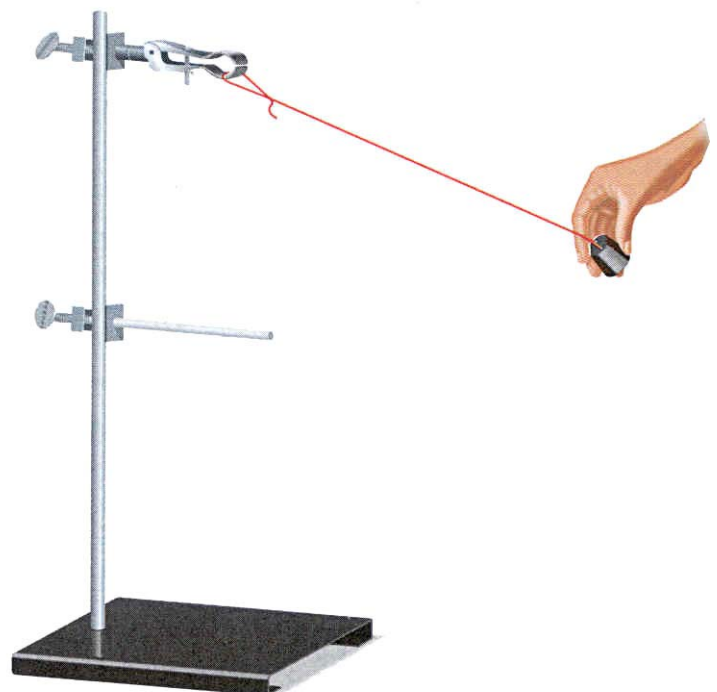
- Mampu merangkai ayunan untuk membandingkan perubahan energi potensial dan kinetik saat ayunan dihentikan.
- Mampu mengukur ketinggian mula-mula dan ketinggian akhir sebuah bandul ayunan.

Alat dan Bahan yang Mungkin Digunakan

- statif dan klem
- batang berklem, 30 cm
- bandul ayunan
- benang (1 m)
- mistar
- kertas grafik

Petunjuk Keselamatan

Yakinlah bahwa landasan cukup berat sehingga peralatan itu tidak roboh.



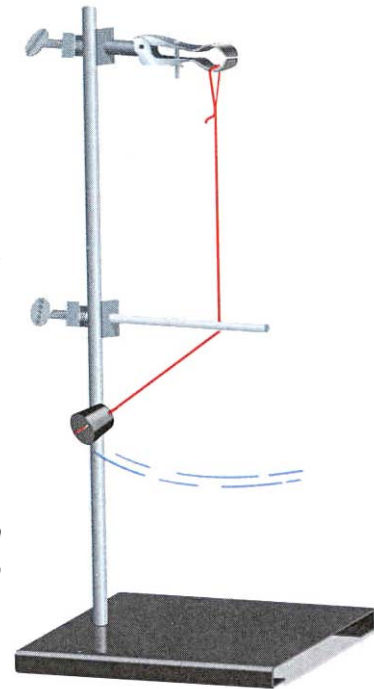
Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997.

MERENCANAKAN PERCOBAAN

1. Sebagai satu kelompok, tulis hipotesis kalian dan buat urutan langkah-langkah yang kamu perlukan untuk mengujinya. Buat secara terperinci. Buat pula daftar peralatan yang kamu perlukan.
2. Jika kamu memerlukan tabel data, rancanglah tabel tersebut dalam buku IPA-mu.

Menguji Rancangan

1. Susun peralatan seperti yang ditunjukkan dalam gambar. Yakinkan bahwa batang penahan berpotongan dengan tali ayunan.
2. Temukan cara untuk mengukur ketinggian mula-mula dan akhir dari ayunan itu. Catat ketinggian mula-mula dan akhir dalam tabel data.
3. Putuskan bagaimana kamu akan melepaskan bandul dari ketinggian yang sama.
4. Yakinkan bahwa kamu mencoba awalan ayunanmu baik di atas dan di bawah ketinggian batang penahan. Berapa kalikah kamu sebaiknya mengulangi setiap jenis ayunan?
9. *Yakinkan bahwa gurumu menyetujui rancanganmu dan kamu telah memasukkan perubahan yang disarankan dalam rancanganmu.*



Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997.

MELAKSANAKAN PERCOBAAN

1. Lakukan percobaan sesuai rencana.
2. Saat percobaan berlangsung, tulis hasil-hasil pengamatan yang kamu lakukan dan lengkapi tabel dalam buku IPA-mu.

Analisis dan Aplikasi

1. Ketika bandul dilepas dari ketinggian yang sama dengan tinggi penahan, apakah ketinggian akhir dari bandul sama dengan ketinggian awalnya? **Komunikasikan** dengan menjelaskan mengapa ya atau mengapa tidak.
2. **Ramalkan**, apa yang akan terjadi bila ketinggian awalnya lebih tinggi dari penahan?
3. **Analisislah** perpindahan energinya. Pada posisi manakah bandul memiliki energi kinetik terbesar? Energi potensial terbesar?

Selanjutnya

Apa yang terjadi jika massa bandul diperbesar? Cobalah. Apa pengaruh bertambahnya massa penung-gang terhadap orang yang meng-hentikan ayunan?

Apakah usaha Itu?

Bagi sebagian besar orang, kata *usaha* atau *kerja* berarti sesuatu yang mereka lakukan untuk memperoleh uang. Dalam arti ini usaha dapat berupa mencatat pesanan makanan di restoran atau berangkat mengajar atau kerja kantor. Pengertian usaha dalam fisika berbeda dengan pengertian usaha dalam kehidupan sehari-hari. Dalam fisika, agar usaha berlangsung, *gaya harus dikerahkan hingga menempuh jarak tertentu*.

Menghitung Usaha

Dalam kasus berikut usaha manakah yang lebih banyak kamu lakukan, mengangkat sebungkus permen dari lantai ke keranjang ataukah mengangkat setumpuk buku melintasi jarak yang sama? Manakah usaha yang lebih banyak dilakukan oleh wanita pada **Gambar 9.9**, mengangkat buku setinggi pinggangnya ataukah mengangkat buku hingga di

atas kepalanya? Besar usaha yang dilakukan bergantung pada *besar dan arah gaya* yang dikerahkan dan *perpindahan* benda selama gaya dikenakan.

Ketika sebuah *gaya bekerja pada arah yang sama dengan arah gerak benda*, usaha dapat dihitung dengan cara

$$\begin{aligned} \text{usaha} &= \text{gaya} \times \text{jarak} \\ W &= F \times d \end{aligned}$$



Gambar 9.9

Usaha (kerja) dilakukan terhadap buku ketika buku itu diangkat dari lantai. Pemuda tersebut tidak melakukan usaha terhadap bukunya.

Sumber: Dok. Penulis.

Usaha, seperti halnya energi, bersatuan joule. Joule adalah nama ilmuwan Inggris, James Prescott Joule. Satu joule sama dengan satu newton-meter (N.m), yakni besarnya usaha yang dilakukan ketika gaya satu newton bekerja sepanjang satu meter. Orang dalam **Gambar 9.10** itu sedang melakukan usaha.

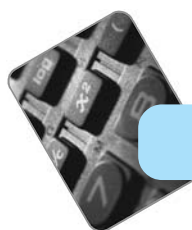
Dalam masalah di bawah ini, kamu diharapkan berlatih untuk menghitung usaha yang dilakukan oleh gaya tetap.



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.10

Bagaimanakah kamu meng-hitung usaha yang dilakukan orang ini?



Penggunaan Matematika

Menghitung Usaha

Soal Contoh:

Ransel siswa beratnya 30 N. Seorang siswa mengangkatnya dari lantai ke meja yang tingginya 1,5 m. Berapakah usaha yang dilakukan terhadap ransel tersebut?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah:

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Apa yang diketahui? | Berat ransel, $F = 30 \text{ N}$; jarak, $d = 1,5 \text{ m}$ |
| 2. Apa yang tidak diketahui? | Usaha, W |
| 3. Gunakan persamaan | $W = F \times d$ |
| 4. Penyelesaian: | $W = 30 \text{ N} \times 1,5 \text{ m}$
$= 45 \text{ N.m} = 45 \text{ J}$ |

Soal-soal Latihan:

- Seorang tukang kayu mengangkat balok 450 N setinggi 120 cm. Berapakah usaha yang dilakukan terhadap balok itu?
- Seorang penari mengangkat balerina 400 N di atas kepalanya pada jarak 1,4 m dan menahannya selama beberapa detik. Berapakah usaha yang dilakukan penari itu pada saat mengangkat balerina? Selama menahan balerina di atas kepalanya?



Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.11

Usaha yang dilakukan anak ini terhadap tas sama dengan nol, walaupun tas ransel yang dibawanya berpindah tempat. Hal ini disebabkan arah gaya yang dikerahkan anak itu terhadap benda tidak searah dengan perpindahan benda.

Terdapat 2 faktor yang harus diingat bila memutuskan apakah terdapat usaha yang dilakukan: *benda harus bergerak*, dan *arah gerakannya tidak tegak lurus dengan arah gaya yang dikerahkan*. Jika kamu mengangkat setumpuk buku dari lantai, kamu melakukan usaha terhadap buku itu. Buku tersebut bergerak ke atas, sesuai arah gaya yang dikerahkan. Jika kamu menahan buku itu, tidak ada usaha yang dilakukan terhadap buku. Gaya ke atas tetap dikerahkan (untuk menjaga buku agar tidak jatuh), tetapi tidak ada gerakan yang terjadi. Demikian juga jika kamu menenteng buku melintasi lantai dengan kecepatan tetap. Kamu tidak melakukan usaha terhadap buku itu. Kejadian ini seperti anak pada **Gambar 9.11**, yang tidak melakukan usaha terhadap tas ranselnya. Gaya yang bekerja terhadap buku tetap ke atas, atau vertikal, tetapi gerakan kamu melintasi lantai adalah mendatar atau horisontal.

Perhatikan bahwa pada saat usaha dilakukan pada sebuah benda, selalu terjadi perubahan gerakan pada benda itu. Telah kamu ketahui bahwa gerak merupakan salah satu bentuk energi. Jadi usaha merupakan pemindahan energi melalui gerak.

Daya

Misalkan kamu dan temanmu mengangkat kotak-kotak dari lantai ke atas rak. Berat kotak-kotak itu sama, tetapi temanmu mampu mengangkat kotak lebih cepat daripada kamu. Temanmu mengangkat kotak dalam waktu 15 sekon, sedangkan kamu 20 sekon. Apakah usaha yang kalian lakukan sama? Ya. Hal ini benar, karena berat kotak sama dan jaraknya juga sama. Perbedaannya hanyalah waktu yang kalian perlukan untuk melakukan usaha.

Temanmu memiliki daya lebih besar daripada kamu. Daya adalah cepatnya usaha dilakukan. Dengan kata lain *daya adalah usaha yang dilakukan tiap satuan waktu*. Untuk menghitung daya, bagilah usaha yang dilakukan dengan waktu yang diperlukan untuk melakukan usaha.

$$\text{daya} = \frac{\text{usaha}}{\text{waktu}}$$

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

Daya diukur dalam satuan watt, sesuai nama James Watt, yang menemukan mesin uap. Satu watt (W) adalah satu joule per sekon. Daya satu watt relatif kecil, kurang lebih sama dengan daya untuk mengangkat segelas air dari lututmu ke mulutmu dalam waktu satu sekon. Karena watt merupakan satuan yang kecil, untuk daya yang lebih besar seringkali dinyatakan dalam kilowatt. Satu kilowatt (kW) sama dengan 1000 watt.

Besar daya berbagai peralatan dituliskan dalam satuan watt. Besar daya ini dapat digunakan untuk membandingkan cepatnya mesin melakukan usaha. Jika besar usaha yang sama dilakukan dengan kecepatan berbeda, diperlukan mesin dengan daya yang berbeda. Pelajarilah contoh soal di bawah ini untuk melihat bagaimana usaha dan daya berkaitan, kemudian kerjakan soal-soal latihannya.



Penggunaan Matematika

Menghitung Daya

Soal Contoh:

Seorang pemain akrobat mengangkat rekannya, yang beratnya 450 N, setinggi 1,0 m dalam waktu 3,0 sekon. Berapakah daya yang diperlukan?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah:

1. Apa yang diketahui? Gaya, $F = 450 \text{ N}$
jarak, $d = 1,0 \text{ m}$
waktu, $t = 3,0 \text{ s}$

2. Apa yang tidak diketahui? daya, P

3. Pilih persamaan
$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \times d}{t}$$

4. Penyelesaian:
$$P = \frac{450 \text{ N} \times 1,0 \text{ m}}{3,0 \text{ s}} = 150 \text{ W}$$

Soal-soal Latihan:

1. Berapakah daya yang diperlukan seseorang yang beratnya 50 N untuk menaiki tangga setinggi 3 m dalam waktu 5 sekon?

Bantuan Strategi: watt adalah satuan turunan. Satuan-satuan apakah yang menyusunnya?

2. Sebuah mesin pengeruk dengan daya 50 kW mengerjakan gaya 5000 N untuk mendorong tanah sejauh 200 meter. Berapakah waktu yang diperlukan mesin itu?

Bantuan Strategi: atur kembali persamaannya.

Intisari Sub Bab



1. Bayangkan kamu berdiri di atas anak tangga dan kamu menjatuhkan bola basket. Pantulan pertama adalah yang tertinggi. Masing-masing pantulan sesudahnya akan semakin kecil hingga bola berhenti memantul. Jelaskan perubahan energi yang terjadi, dimulai saat bola jatuh.
2. Peserta suatu lomba memenangkan hadiah dengan mendorong bola boling sejauh 20 m. Usaha yang dilakukan sebesar 1470 J. Berapakah besar gaya yang dikerahkan orang itu?
3. Misalkan kamu mengangkat seember air yang beratnya 150 N setinggi 1,5 m dalam waktu 2 s. Berapakah daya yang kamu perlukan?
4. **Berpikir Kritis:** Berbagai diskusi difokuskan terhadap kebutuhan tentang mengendarai mobil yang lebih efisien dan menggunakan sedikit listrik. Jika hukum kekekalan energi benar, mengapa orang menaruh perhatian terhadap penggunaan energi?



Bina Keterampilan

Membandingkan dan Membedakan

Bandingkan dan bedakan usaha dalam arti sehari-hari dengan definisi ilmiah. Beri contoh usaha dalam istilah sehari-hari yang bukan termasuk usaha menurut arti ilmiah.



Jurnal IPA

Tubuhmu menggunakan energi untuk menggerakkan kamu memasuki kamar. Dari manakah asal energi ini? Dalam Jurnal IPA-mu, tuliskan sebuah paragraf yang memaparkan dari manakah kebutuhan energimu ini. Runut balik perubahan-perubahan energi tersebut sebanyak yang kamu bisa.



Apakah kamu menggunakan pesawat atau mesin hari ini? Kamu mungkin mengetahui bahwa sepeda adalah sebuah mesin. Peraut pensil dan pembuka botol juga mesin. Jika kamu memutar pegangan pintu atau mencangkul tanah, kamu telah menggunakan mesin. **Mesin** atau **pesawat** adalah peralatan yang memudahkan kerja/usaha.

Pesawat Sederhana

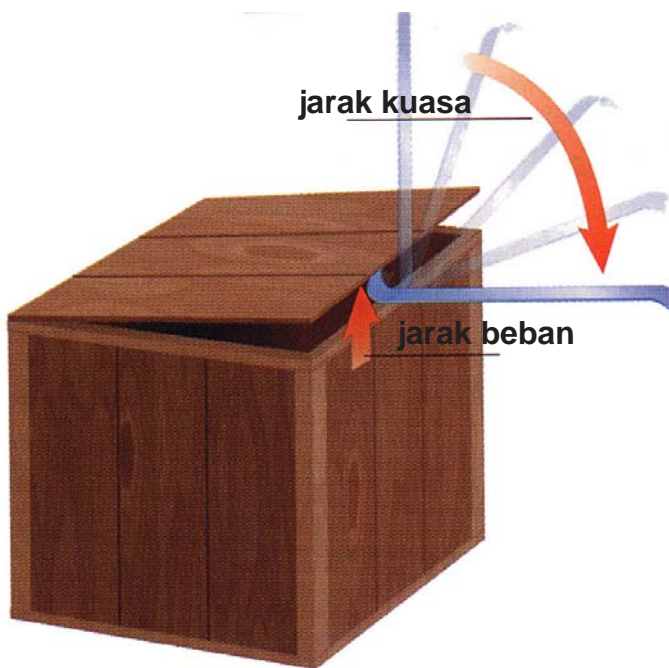
Sebagian pesawat dijalankan oleh motor listrik atau motor bakar; sebagian lagi dijalankan oleh manusia. Pesawat sederhana adalah peralatan yang melakukan usaha dengan hanya satu gerakan. **Gambar 9.12** memperlihatkan contoh-contoh berbagai jenis pesawat sederhana. Kamu akan belajar jenis-jenis pesawat ini lebih banyak pada bagian berikutnya.

Kata-kata IPA
 pesawat
 pesawat sederhana
 gaya kuasa
 gaya beban
 pesawat ideal
 keuntungan mekanik
 pengungkit
 tumpuan
 lengan kuasa
 lengan beban
 katrol
 roda dan poros
 bidang miring
 sekrup
 baji



Gambar 9.12
 Contoh-contoh pesawat sederhana yang dapat dijumpai di berbagai tempat.

Keuntungan Pesawat Sederhana



Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997

Gambar 9.13

Pengumpil ini digunakan untuk menggandakan gaya kuasa dan membuka kotak. Tetapi gaya kuasa harus bekerja pada jarak yang lebih jauh daripada jarak beban.

Misalkan kamu ingin membuka kotak kayu berpaku dengan pengumpil. Kamu menyelipkan ujung pengumpil itu di bawah papan kayu dan menekan ke bawah pegangannya. Kamu melakukan usaha terhadap pengumpil dan pengumpil melakukan usaha terhadap papan kayu.

Pesawat memudahkan kerja/usaha dengan mengubah besar gaya yang kamu kerahkan, arah gaya, atau keduanya. **Gambar 9.13** memperlihatkan bagaimana pengumpil mengubah besar dan arah gaya saat kamu mencoba mengangkat papan.

Mengatasi Gravitasi dan Gesekan

Ketika kamu menggunakan pesawat sederhana, kamu mencoba menggerakkan sesuatu yang sulit digerakkan. Sebagai contoh, ketika kamu menggunakan sepotong kayu untuk menggerakkan seongkah batu, kamu bekerja melawan gravitasi, yakni berat batu. Ketika kamu menggunakan pengumpil untuk membuka tutup kotak, kamu bekerja melawan gaya gesek, yaitu gesekan antara paku-paku di tutup kotak dan kotaknya.

Mengerahkan Gaya dan Melakukan Usaha

Dua gaya dilibatkan saat sebuah pesawat digunakan untuk melakukan usaha. Gaya yang dikenakan kepada pesawat disebut **gaya kuasa (F_k)**. Gaya yang dikerahkan oleh pesawat untuk mengatasi hambatan disebut **gaya beban (F_b)**. Dalam contoh tutup kotak tadi, kamu mengerahkan gaya kuasa pada pegangan pengumpil. Gaya beban berupa gaya pengumpil terhadap tutup kotak.

Terdapat dua jenis usaha saat pesawat digunakan: usaha *kepada* pesawat dan usaha *oleh* pesawat. Usaha kepada pesawat disebut usaha masukan (W_{in}) dan usaha oleh pesawat disebut usaha keluaran (W_{out}). Ingatlah kembali bahwa usaha adalah perkalian antara gaya dengan jarak saat gaya bekerja: $W = F \times d$. Usaha masukan adalah perkalian

antara gaya kuasa dengan jarak saat gaya bekerja: $W_{in} = F_k \times d_k$. Usaha keluaran adalah hasil kali gaya beban dengan jarak gerak beban: $W_{out} = F_b \times d_b$.

Ingatlah bahwa usaha merupakan pemindahan energi melalui gerak, sedangkan energi selalu kekal. Jadi, kamu tidak akan pernah mendapatkan usaha keluaran dari pesawat lebih besar dari usaha yang kamu berikan. Dengan kata lain W_{out} tidak pernah lebih besar daripada W_{in} . Kenyataannya, jika pesawat digunakan, sebagian energi diubah menjadi panas karena gesekan. Jadi W_{out} selalu lebih kecil daripada W_{in} .

Walaupun pesawat yang sempurna tidak pernah dapat dibuat, kita dapat membayangkan pesawat tanpa gesekan. Tidak ada energi yang diubah menjadi panas oleh pesawat ini. Pada **pesawat ideal**, usaha masukan sama dengan usaha keluaran. Untuk pesawat ideal

$$\begin{aligned} W_{in} &= W_{out} \\ F_k \times d_k &= F_b \times d_b \end{aligned}$$

Dalam banyak kejadian, pesawat melipatgandakan gaya beban: F_b lebih besar daripada F_k . Jadi, agar W_{in} sama dengan W_{out} , gaya kuasa harus bergerak lebih jauh daripada gaya beban: d_k harus lebih besar daripada d_b .

Keuntungan Mekanik

Pikirkan lagi kegiatan membuka tutup kotak tadi. Perpindahan pegangan pengumpul (d_k) lebih besar daripada perpindahan ujung pengumpul (d_b). Jadi, ujung pengumpul mengerjakan gaya beban (F_b) lebih besar daripada gaya kuasa (F_k) yang kamu kerahkan.

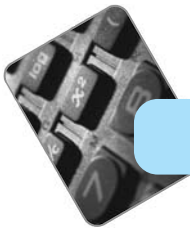
Bilangan yang menunjukkan berapa kali lipat pesawat menggandakan gaya disebut **keuntungan mekanik (KM)** pesawat itu. Untuk menghitung keuntungan mekanik, kamu bagi gaya beban dengan gaya kuasa.

$$KM = \frac{\text{gaya beban}}{\text{gaya kuasa}} = \frac{F_b}{F_k}$$

Beberapa pesawat tidak menggandakan gaya. Pesawat itu hanya mengubah arah gaya kuasa. Sebagai contoh, bila kamu menarik ke bawah tali kerekan sumur, maka timba akan naik. Hanya arah gaya yang berubah; gaya kuasa dan gaya beban sama, jadi keuntungan mekaniknya 1.

Pesawat-pesawat lain, seperti sekop, memiliki keuntungan mekanik kurang dari 1. Pesawat itu digunakan untuk mempercepat gerak beban. Kamu akan belajar lebih lanjut tentang berbagai jenis pesawat sederhana pada bagian berikutnya.

Kerjakan soal di bawah ini untuk mengetahui bagaimana keuntungan mekanik dikaitkan dengan gaya kuasa dan gaya beban. Selanjutnya, lakukan **Kegiatan 9.2** untuk menerapkan pemahamamu tentang pesawat sederhana.



Penggunaan Matematika

Menghitung Keuntungan Mekanik

Soal Contoh:

Seorang pekerja mengerahkan gaya kuasa 20 N untuk mencongkel jendela yang memiliki gaya hambat 500 N. Berapa keuntungan mekanik linggisnya?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah

1. Apa yang diketahui?
Gaya beban, $F_b = 500\text{N}$
Gaya kuasa, $F_k = 20\text{ N}$
2. Apa yang tidak diketahui?
Keuntungan mekanik, KM
3. Pilih persamaan

$$KM = \frac{F_b}{F_k}$$

4. Penyelesaian:

$$KM = \frac{500\text{ N}}{20\text{ N}} = 25$$

Soal Latihan:

Carilah gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat batu 2000 N, dengan menggunakan tongkat yang keuntungan mekaniknya 10.

Burung-burung terbang dengan menggunakan sayap-sayapnya bergerak melalui udara. Tentukan gaya kuasa dan gaya beban pada “pesawat sederhana” ini dengan menggambarannya dan memberi tanda pada gambarmu.



Merancang Sendiri Percobaanmu Jalan Masuk untuk Setiap Orang

Jika kamu berada di kursi roda atau tidak mampu menaiki tangga, mampukah kamu memasuki rumah atau sekolahmu dan berkeliling di dalamnya? Seharusnya setiap bangunan dapat dimasuki oleh setiap orang, termasuk yang mengendarai kursi roda. Dalam percobaan ini, kamu akan menggunakan pesawat sederhana untuk merancang rumah, sekolah, atau kantor-kantor yang dapat dimasuki oleh pengendara kursi roda.

PERSIAPAN

Masalah

Bagaimanakah kamu memanfaatkan pesawat sederhana untuk membuat sebuah gedung yang dapat dimasuki oleh pengendara kursi roda?

Bahan yang Mungkin Diperlukan

- kertas manila
- penggaris
- pensil
- spidol

Merumuskan Hipotesis

Curahkan ide-ide bersama kelompok-mu dan buatlah sebuah hipotesis tentang bagaimana kamu dapat menyelesaikan masalah di atas.

Tujuan

- Mampu menerapkan pesawat sederhana dalam perancangan pembangunan gedung.
- Mampu menjelaskan maksud penggunaan tiap-tiap pesawat sederhana, termasuk keuntungan mekaniknya.



Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997.

MERANCANG PERCOBAAN

1. Buatlah kesepakatan tentang jenis gedung yang hendak kalian rancang. Buatlah diagram kasar gedung itu dengan pensil pada kertasmu.
2. Hasilkan paling tidak tiga hal yang membantu bangunanmu dapat dimasuki dan mudah digunakan oleh pengendara kursi roda. Dua diantaranya harus menggunakan pesawat sederhana.
3. Lihatlah pesawat sederhana yang lebih mendetil pada Subbab 2-2.
4. Dalam diagrammu, buatlah sketsa pula bagaimana dan di mana tiga bantuan itu digunakan.
2. Mengapa bangunanmu menjadi sulit dimasuki tanpa dilengkapi dengan bantuan khusus itu? Pikirkan gedung yang tidak dapat dimasuki pengendara kursi roda sebagai kontrol.
3. Jelaskan bagaimana kamu dapat memperoleh keuntungan mekanik terbesar dari tiap pesawat sederhanamu. Sebagai contoh, jika kamu menggunakan bidang miring, apakah papan yang panjang atau yang pendek, atau papan berundak lebih efektif? mengapa?
4. *Yakinlah bahwa gurumu menyetujui rancanganmu dan kamu telah menyertakan semua perubahan yang disarankan beliau.*

Mengecek Rencana

1. Sebelum kamu menggambar final rancanganmu, yakinlah bahwa kelompokmu telah menyepakati rancanganmu.

MELAKUKAN PERCOBAAN

1. Gambarlah rancangan final sejelas-jelasnya pada kertas manila.
2. Yakinlah kamu telah memberi label (tanda) pada hal yang membantu pengendara kursi roda. Diskusikan apa guna tiap pesawat sederhana pada rancanganmu. Siapkan untuk mempresentasikan rancanganmu di muka kelas.

Analisis dan Penerapan

1. **Komunikasikan** rancanganmu di kelas dan **analisislah** rancangan kelompok lain. Bantuan apa yang sering digunakan?
2. **Temukan** paling sedikit dua pesawat sederhana pada kursi roda dan **diskusikan** dimana pesawat itu ditemukan di kursi roda.
3. Rancanganmu adalah gedung baru yang dapat dimasuki oleh pengendara kursi roda. **Simpulkan** apakah metodemu dapat digunakan pada gedung lama sehingga pengendara kursi roda dapat memasukinya.

Selanjutnya

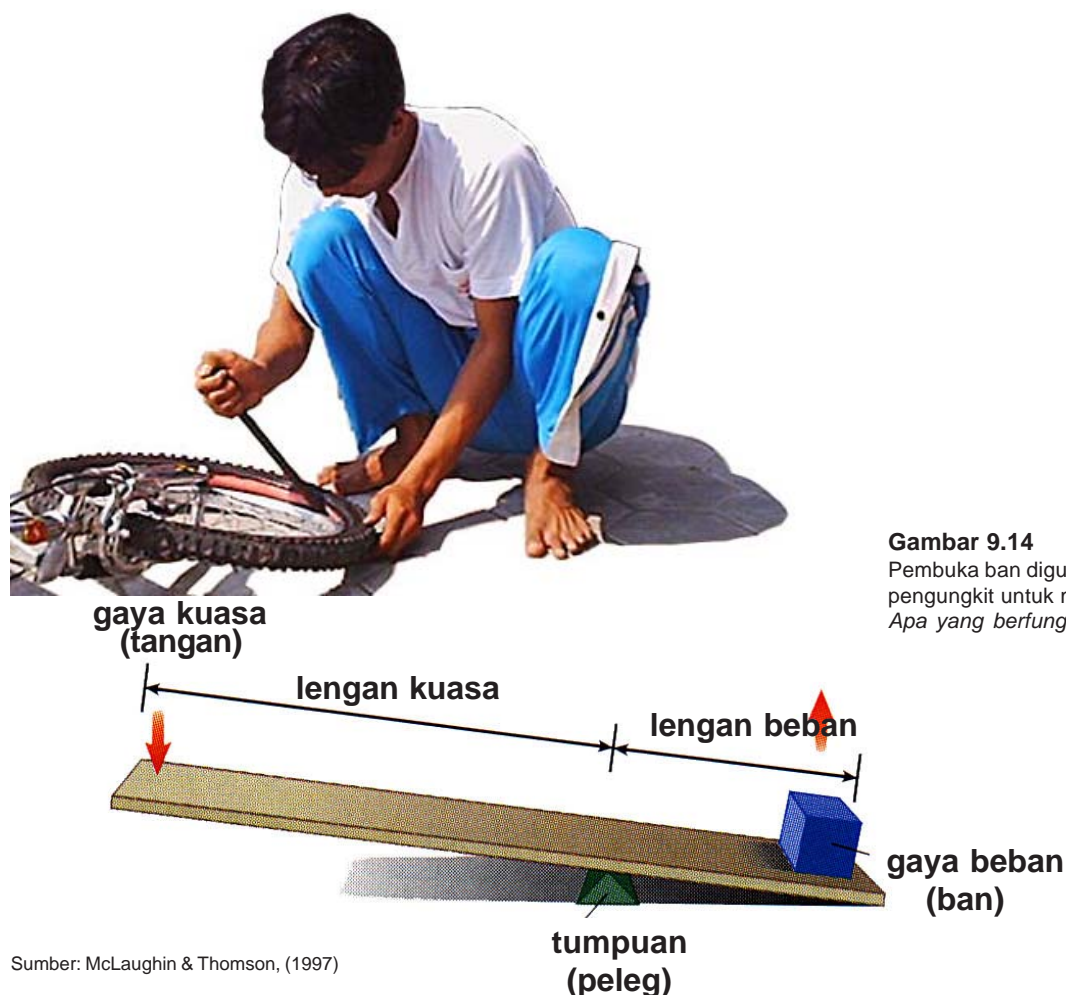
Lakukan pengamatan pada bangunan di sekitarmu. Adakah rintangan yang membuat orang berkursi roda tidak dapat memasukinya? Hal-hal apa yang seharusnya kamu amati? Kamu dapat mengamati empat kelompok bangunan: rumah, sekolah, bangunan swasta, dan bangunan pemerintah.

Jenis-jenis Pesawat Sederhana

Pengungkit atau Tuas

Jika kamu pernah menaiki gerobak, membuka tutup botol, atau mengayunkan raket, kamu telah menggunakan pengungkit atau tuas. **Pengungkit** adalah batang yang dapat berputar terhadap titik tetap. Titik tetap pada pengungkit disebut **tumpuan**. Bagian pengungkit yang dikenai gaya kuasa disebut **lengan kuasa**. Bagian pengungkit yang mengerjakan gaya beban disebut **lengan beban**.

Misalkan kamu menggunakan pembuka ban untuk membuka ban dari roda. Kamu dapat melihat dalam **Gambar 9.14**, peleg roda berfungsi sebagai tumpuan. Kamu menekan lengan kuasa pembuka ban ke bawah. Pembuka ban berputar terhadap tumpuan, dan lengan beban mengerjakan gaya kepada ban, sehingga ban terangkat ke atas.



Gambar 9.14

Pembuka ban digunakan sebagai pengungkit untuk melepas ban dari roda. Apa yang berfungsi sebagai tumpuan?

Sumber: McLaughlin & Thomson, (1997)



Lab Mini 9.1

Keuntungan mekanik

1. Dapatkan sebuah sistem pengungkit dan neraca pegas.
2. Pasanglah beban pada titik beban dan berikan gaya pada titik kuasa, sehingga beban terangkat. **Ukurlah** gaya beban dan gaya kuasa.
3. **Ukurlah** jarak lengan beban dan lengan kuasa.

Analisis

Bagilah panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban.

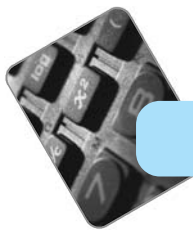
Bandingkan hasilnya dengan gaya beban dibagi gaya kuasa.

Keuntungan Mekanik Pengungkit

Pengungkit memudahkan usaha dengan meng-gandakan gaya kuasanya dan mengubah arah gayamu. Kamu telah mempelajari bahwa keuntungan mekanik pesawat dapat dihitung dengan membagi gaya beban dengan gaya kuasa. Setelah melakukan kegiatan dalam **Lab Mini 9.1**, kamu juga dapat menggunakan panjang lengan pengungkit untuk menemukan *keuntungan mekanik* pengungkit. **Panjang lengan kuasa** adalah jarak dari tumpuan sampai titik bekerjanya gaya kuasa. **Panjang lengan beban** adalah jarak dari tumpuan sampai dengan titik bekerjanya gaya beban. Sesuai dengan **Lab Mini 9.1**, keuntungan mekanik pengungkit dapat pula dicari dengan persamaan:

$$KM = \frac{\text{panjang lengan kuasa}}{\text{panjang lengan beban}} = \frac{L_k}{L_B}$$

Berlatihlah menghitung keuntungan mekanik pengungkit dengan mengerjakan soal-soal berikut ini.



Penggunaan Matematika

Keuntungan Mekanik Pengungkit

Soal Contoh :

Seorang anak menggunakan sebatang besi untuk mengangkat tutup lubang got yang beratnya 65 N. Panjang lengan kuasa pengungkit itu 60 cm. Sedangkan panjang lengan beban 10 cm. Berapakah keuntungan mekanik batang itu?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah:

1. Apa yang diketahui? Lengan kuasa, $L_k = 60$ cm
Lengan beban, $L_b = 10$ cm
2. Apa yang tidak diketahui? Keuntungan mekanik, KM
3. Pilih persamaannya. $KM = \frac{L_k}{L_B}$
4. Penyelesaian: $KM = \frac{60 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 6,0$

Soal-soal Latihan:

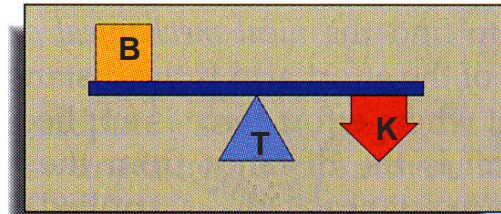
1. Kamu menggunakan bambu 140 cm sebagai pengungkit untuk mengangkat batu besar. Batu itu 20 cm dari tumpuan. Berapakah KM pengungkit itu?
2. Sebuah dayung perahu memiliki tangkai pegangan 50 cm dari tumpuan dan daun dayung 125 cm dari tumpuan. Berapakah keuntungan mekanik dayung itu?

Jenis-Jenis Pengungkit

Terdapat tiga jenis pengungkit. Jenis-jenis pengungkit ini didasarkan pada posisi gaya kuasa, gaya beban, dan tumpuan. **Gambar 9.15** memperlihatkan ketiga jenis pengungkit itu.



Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997.

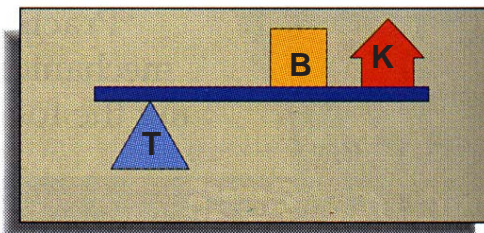


(a) Jenis Pertama: Pengungkit ini, dengan tumpuan terletak antara gaya kuasa dan gaya beban, biasanya digunakan untuk melipatkan gaya. Jika gaya kuasa dikenakan pada lengan yang lebih pendek pada pengungkit, pengungkit itu dapat juga digunakan untuk melipatkan jarak.



(b) Jenis Kedua: Beban terletak antara gaya kuasa dan tumpuan. Pengungkit ini selalu melipatkan gaya.

Sumber: Dok. Penulis.

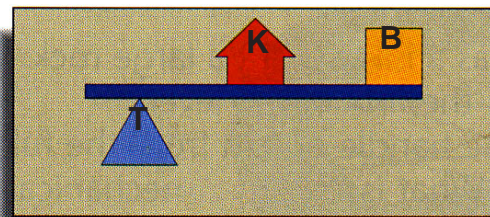


(c) Jenis Ketiga: Gaya kuasa terletak di antara gaya beban dan tumpuan. Lengan kuasa selalu lebih pendek daripada lengan beban, sehingga pengungkit ini tidak dapat melipatkan gaya dan keuntungan mekaniknya selalu kurang dari satu.

Pada gambar orang menyekop di samping, titik tumpuannya adalah tangan kanan. Manakah titik beban dan titik kuasanya?



Sumber: Dok. Penulis.





Lab Mini 9.2

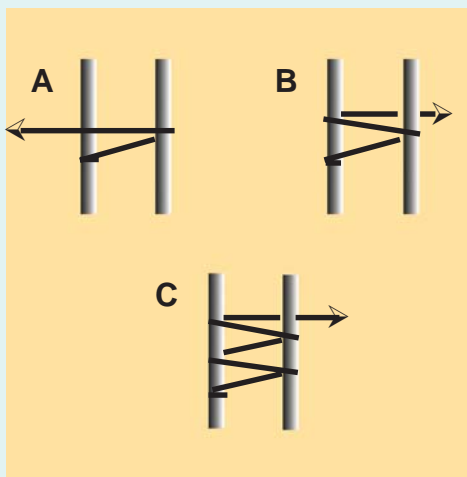
Bagaimanakah Katrol Memudahkan Kerja?

Prosedur

1. Ikatlah salah satu ujung tali pada tongkat. Belitkan ujung lain meliliti pipa lain (lihat Gambar A).
2. Lakukan oleh 3 orang. Dua orang menahan kuat-kuat tongkat mendatar di tangannya, kedua tongkat terpisah sekitar 30 cm. Orang ketiga memegang ujung tali dan berusaha menarik kedua tongkat sehingga mendekat.
3. Belitkan lagi tali itu ke tongkat pertama (B). Apa yang terjadi sekarang jika orang ke tiga berusaha menarik kedua tongkat sehingga mendekat?
4. Belitkan tali itu satu atau dua lilitan lagi melalui kedua tongkat (C) dan ulangi percobaan itu.

Analisis

1. Bagaimanakah kesamaan kegiatan ini dengan sistem katrol? Bagaimana meningkatkan keuntungan mekanik pada katrol tongkat ini?
2. Apakah pesawat ini melipatkan energi orang yang menarik? Jelaskan, mengapa ya atau mengapa tidak!



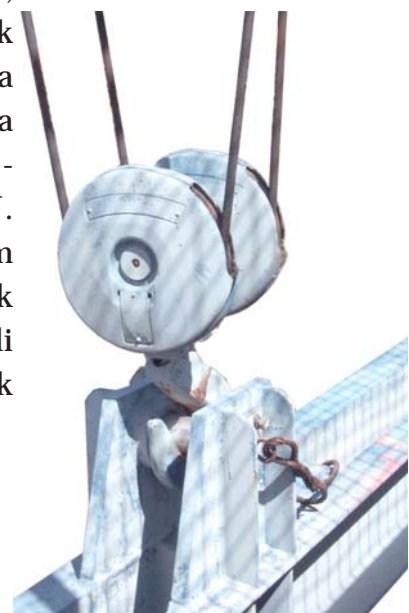
Menarik dengan Katrol

Pernahkah kamu melihat seseorang menaikkan bendera pada tiang bendera? Sebuah katrol digunakan untuk menempatkan bendera di puncak tiang. **Katrol** adalah roda beralur dengan sebuah tali atau rantai yang lewat pada alur itu. Katrol memudahkan kita melakukan kerja, seperti yang kamu pahami jika melakukan kegiatan dalam **Lab Mini 9.2**.

Penempatan Katrol

Katrol dapat tetap atau bebas. **Katrol tetap** dilekatkan pada sesuatu yang tidak bergerak, misalnya atap, dinding, atau pohon. Katrol tetap, seperti yang digunakan orang pada puncak tiang bendera, dapat mengubah arah gaya kuasa. Ketika kamu menarik ke bawah pada lengan kuasanya dengan tali, katrol itu menaikkan benda yang dihubungkan dengan lengan beban. Keuntungan mekanik katrol tetap sama dengan 1. Jadi, katrol tetap tunggal tidak menggandakan gaya kuasa.

Katrol bebas dikaitkan pada beban yang hendak diangkat, diperlihatkan **Gambar 9.16**. Perbedaan antara katrol tetap dan katrol bebas ditunjukkan pada **Gambar 9.17**. Tidak seperti katrol tetap, katrol bebas melipatkan gaya. Oleh karena itu keuntungan mekaniknya lebih besar daripada 1. Pada k e n y a t a a n n y a , keuntungan mekanik katrol bebas tunggal sama dengan 2. Ini berarti gaya kuasa 1 N akan mengangkat beban 2 N. Sesuai dengan hukum kekekalan energi, jarak kuasa-nya harus dua kali lebih besar dari jarak beban.



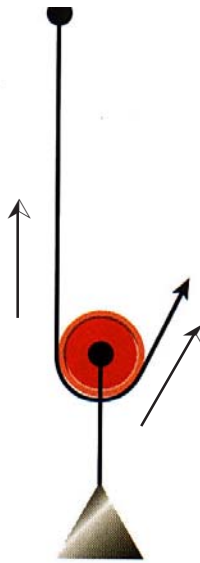
Gambar 9.16

Pekerja konstruksi katrol untuk memperlancar pekerjaannya, bahkan untuk keselamatannya.

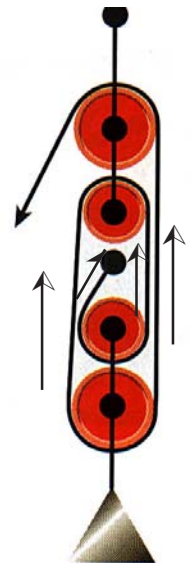
Sumber: Dok. Penulis.



$KM = 1$
Katrol Tetap Tunggal



$KM = 2$
Katrol Bebas Tunggal



$KM = 4$
Katrol Gabungan

Sumber: McLaughlin & Thomson, 1997)

Gambar 9.17

Keuntungan mekanik pada tiap sistem katrol dapat ditemukan dengan menghitung tali yang menarik gaya beban ke atas, ditunjukkan oleh anak panah.

Katrol Gabungan

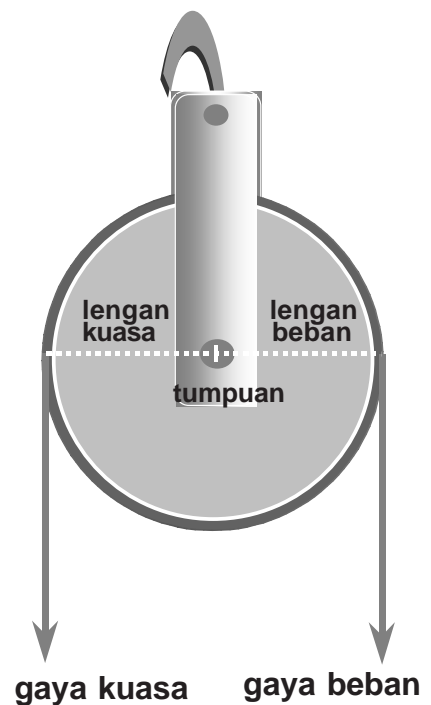
Katrol tetap dan bebas dapat digabungkan untuk membuat sistem katrol yang disebut **katrol gabungan**. Bergantung pada jumlah katrol yang digunakan, katrol gabungan dapat memiliki keuntungan mekanik yang besar. Keuntungan mekanik katrol gabungan sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban. Seperti ditunjukkan **Gambar 9.17**, ada 4 tali menyokong berat beban.

Katrol, Sebuah Pengungkit

Perhatikan **Gambar 9.18**. Bekerjanya katrol mirip dengan pengungkit jenis pertama, namun menggunakan tali sebagai batang. Sumbu katrol berfungsi seperti tumpuan. Dua sisi katrol berlaku sebagai lengan kuasa dan lengan beban.

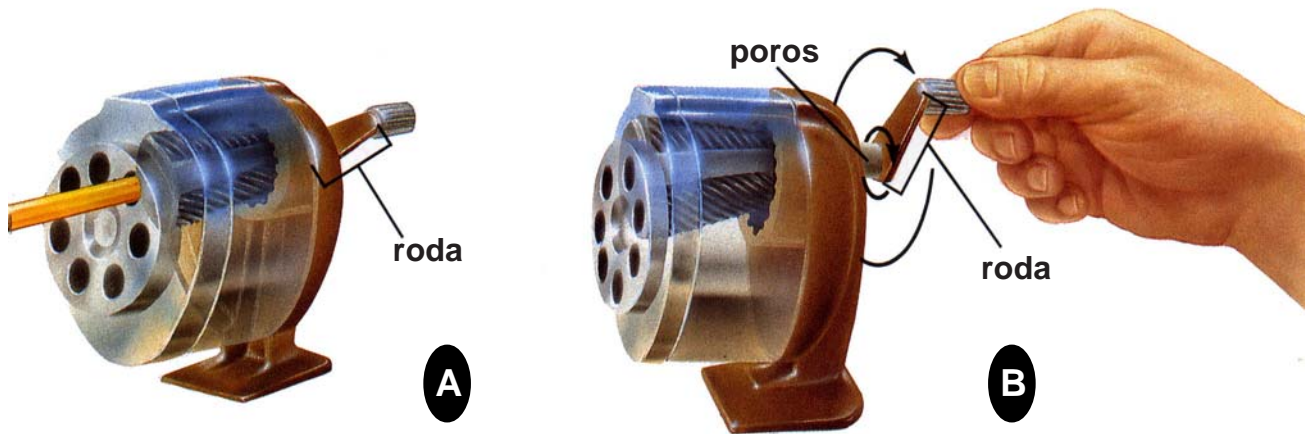
Roda dan Poros

Perhatikan baik-baik peraut pensil pada **Gambar 9.19**. Dapatkah kamu mengenalinya sebagai pesawat sederhana? Apakah peraut itu mempermudah usaha kita? Peraut pensil itu terdiri dari dua lingkaran, **roda** (lingkaran besar) dan **poros** (lingkaran kecil). Engkol (**Gambar A**) sebenarnya berupa roda.



Gambar 9.18

Bekerjanya katrol mirip dengan pengungkit jenis pertama.



Sumber: McLaughin & Thomson, 1997)

Gambar 9.19

Peraut pensil adalah contoh roda dan poros. Engkolnya sebagai roda. Dapatkah kamu melihat porosnya?

Jika kamu meraut pensil, kamu mengerahkan gaya kuasa kepada roda (kamu memutar engkol). **Gambar B** memperlihatkan roda yang lebih kecil, atau poros. Di dalam peraut pensil, poros dihubungkan dengan pisau peraut. Jika kamu mengerjakan gaya kepada roda dengan memutar engkol, poros akan berputar, dan pisau peraut akan meraut pensil.

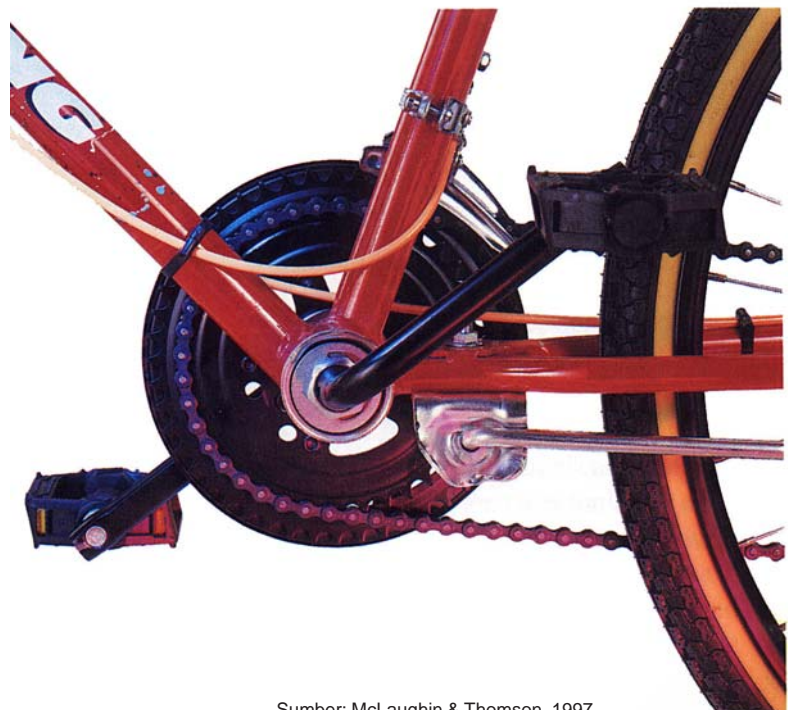
Roda dan Poros adalah pesawat sederhana yang mengandung dua roda dengan ukuran berbeda yang berputar bersamaan. Gaya kuasa biasanya dikerahkan kepada roda yang besar, atau **roda**. Roda yang lebih kecil, yang disebut **poros**, mengerjakan gaya beban. Dapatkah kamu menemukan roda dan poros pada **Gambar 9.20**?



Sumber: <http://www.babaflash.com>.

Gambar 9.20

Dapatkah kamu menemukan roda dan poros pada obeng dan pedal sepeda ini?



Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

Bidang Miring

Misalkan kamu harus memindahkan kotak yang berat dari halaman ke beranda. Apakah kamu memilih langsung mengangkatnya ataukah mendorongnya melalui jalur melandai seperti **Gambar 9.21**? Jalur itu membuat kerjamu lebih mudah. Jalur itu adalah sebuah bidang miring, sebuah permukaan melandai yang digunakan untuk menaikkan benda.



Sumber: Dok. Penulis.

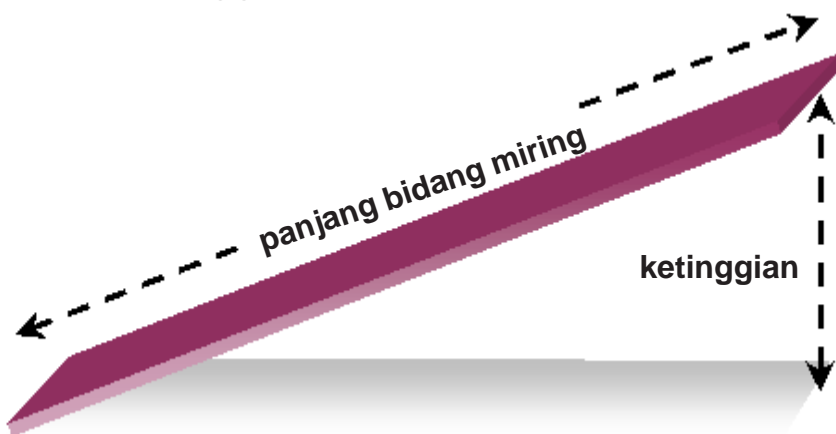
Gambar 9.21

Papan miring ini adalah contoh sebuah bidang miring.

Besar usaha yang dilakukan pada kotak sama dengan bila kamu mengangkat langsung kotak itu. Namun ingatlah bahwa usaha memiliki dua hal: gaya dan jarak. Jika kamu mengangkat langsung, jaraknya pendek, tetapi gayanya besar. Dengan menggunakan bidang miring, kamu harus melewati jarak lebih jauh, tetapi kamu mengerahkan sedikit gaya.

Sesuai dengan **Lab Mini 9.3**, Kamu dapat menghitung keuntungan mekanik bidang miring dengan cara

$$KM = \frac{\text{jarak kuasa}}{\text{jarak beban}}$$
$$= \frac{\text{panjang bidang miring}}{\text{ketinggian}} = \frac{l}{h}$$



Sumber: Dok. Penulis.

Lab Mini 9.3

Keuntungan mekanik

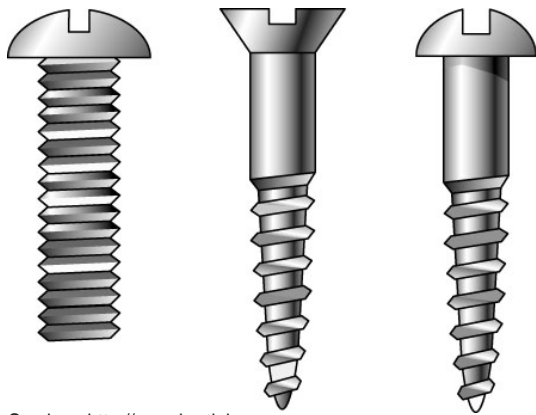
1. Dapatkan sebuah bidang miring dan neraca pegas.
2. Kaitkan beban pada neraca pegas, lalu angkatlah beban tersebut secara langsung. Catat penunjukan skala pada neraca pegas.
3. Ulangi langkah 2, namun dengan cara menarik beban melalui bidang miring.
3. **Ukurlah** panjang bidang miring dan ketinggian bidang miring.

Analisis

Bagilah panjang bidang miring dan ketinggian bidang miring. **Bandingkan** hasilnya dengan gaya beban dibagi gaya kuasa.

Gambar 9.22

Keuntungan mekanik bidang miring dapat dihitung dengan membagi jarak landaian dengan ketinggiannya.



Sumber: <http://www.bartleby.com>.



Sumber: <http://www.taunton.com>.

Gambar 9.23
Sekrup berulir dan pisau merupakan bidang miring yang khusus.

Sekrup

Sekrup dan baji, **Gambar 9.23**, adalah contoh bidang miring yang bergerak. Sekrup adalah bidang miring yang diputar pada tabung secara spiral. Jika kamu mengamati sebuah sekrup, kamu akan lihat uliran berupa bidang miring yang bergerak dari ujung sekrup hingga dekat puncaknya. Saat kamu memutar sekrup, uliran seolah-olah menarik sekrup ke dalam kayu. Sebenarnya, bidang miring pada sekrup itu bergeser melalui kayu.

Baji

Baji adalah bidang miring dengan satu atau dua sisi miring. Kapak, pisau, dan pahat adalah contoh-contohnya. Baji merupakan bidang miring yang bergerak. Benda-benda diam di suatu tempat saat baji melaluinya.

Mungkin kamu telah memahami bahwa enam jenis pesawat sederhana yang telah kita bahas merupakan variasi dari dua pesawat sederhana saja, yakni pengungkit dan bidang miring. Saat kamu melakukan kegiatan sehari-hari, carilah contoh-contoh tiap pesawat sederhana. Dapatkan kamu menceritakan bagaimana pesawat itu mempermudah usaha?

Intisari Subbab



1. Berilah satu contoh untuk tiap-tiap jenis pesawat sederhana. Carilah contoh-contoh yang berbeda dengan yang di buku ini.
2. Jelaskan mengapa berbagai pesawat sederhana sesungguhnya hanya variasi dari dua pesawat sederhana.
3. **Berpikir Kritis:** Kapankah gesekan pada bidang miring menjadi sangat berguna?



Bina Keterampilan

Membuat dan Menggunakan Tabel

Aturlah informasi tentang jenis-jenis pesawat sederhana ke dalam sebuah tabel. Tabel itu mencakup: jenis pesawat sederhana, contohnya, serta penjelasan singkat bagaimana bekerjanya pesawat itu. Kamu dapat memasukkan informasi lain jika kamu anggap perlu.



Rangkuman



A. Energi

1. Energi merupakan sebuah kemampuan untuk menimbulkan perubahan. Energi dapat berbentuk gerak (energi kinetik) atau dapat disimpan (energi potensial).
2. Energi berada dalam berbagai bentuk, dan dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain tanpa kehilangan energi total.
3. Kerja adalah pemindahan energi melalui gerak. Kerja terjadi jika gaya menghasilkan gerakan sesuai arah gaya tersebut.

B. Pesawat sederhana

1. Pesawat dapat memudahkan kerja dengan mengubah besar gaya yang dikenakan padanya, arah gaya itu, atau kedua-duanya.
2. Berapa kali pesawat melipatkan gaya yang dikerjakan padanya merupakan keuntungan mekanik pesawat itu. Jenis pesawat sederhana antara lain pengungkit, katrol, roda dan poros, bidang miring, baji, dan sekrup.
3. Masing-masing pesawat sederhana memiliki persamaan khusus untuk menghitung keuntungan mekanik-nya. Tiap persamaan berkaitan dengan jarak lengan kuasa dibagi dengan jarak lengan beban.



Evaluasi



ENERGI

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">a. energib. energi potensialc. energi kinetikd. hukum kekekalan energie. energi mekanikf. usahag. energi air terjunh. gas alam | <ol style="list-style-type: none">1. kemampuan untuk menimbulkan perubahan2. energi gerak3. Pada kondisi normal, energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan4. perpindahan energi melalui gerakan5. energi yang tersimpan6. energi kinetik dan potensial total suatu bahan7. termasuk sumber energi yang tidak dapat diperbarui |
|---|--|

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau frase yang dapat melengkapi kalimat atau menjawab pertanyaan berikut.

1. Satuan energi dalam sistem SI adalah
 - a. kilogram
 - b. newton
 - c. joule
 - d. kelvin
2. Jika kecepatan suatu benda meningkat, ... benda juga meningkat.
 - a. energi kinetik
 - c. suhu
 - b. massa
 - d. energi potensial
3. Manakah yang tidak menyatakan kerja yang dilakukan terhadap batu?
 - a. mengangkat batu
 - b. menggenggam batu
 - c. melemparkan batu
 - d. menjatuhkan batu
4. Banyaknya energi kinetik dan potensial dalam sistem tertutup disebut
 - a. kalor jenis
 - b. energi tersimpan
 - c. energi mekanik
 - d. massa
5. Energi kinetik berbanding lurus dengan
 - a. volume
 - b. massa
 - c. gaya
 - d. posisi
6. Energi apakah yang bergantung pada letak suatu benda?
 - a. Energi kinetik
 - b. Energi potensial
 - c. Energi panas
 - d. Suhu
7. Bensin, solar, dan gas alam menyimpan energi
 - a. panas
 - b. kimia
 - c. mekanik
 - d. potensial gravitasi

8. Pita karet yang teregang memiliki energi
 - a. potensial
 - b. kinetik
 - c. panas
 - d. kimia
9. Energi gerak adalah energi
 - a. potensial
 - b. kinetik
 - c. panas
 - d. kimia
10. Besar energi potensial gravitasi bergantung pada
 - a. kelajuan dan berat benda
 - b. waktu dan berat
 - c. percepatan dan waktu
 - d. berat dan ketinggian

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan berikut dalam buku IPA-mu dengan kalimat yang lengkap.

11. Jelaskan dua ciri energi potensial. Bagaimanakah energi ini berbeda dengan energi kinetik?
12. Jelaskan perubahan energi pada bandul ayunan. Jelaskan bagaimana energi ini kekal, walaupun ayunan bergerak makin pelan.

Berpikir Kritis

13. Sitorus melompat setinggi 0,8 m. Berapakah kerja yang dilakukan Sitorus, bila beratnya 600 N?
14. Seorang pemain kasti berlari sambil membawa bola, dan kemudian melemparkannya ke temannya. Jelaskan kerja yang dilakukannya terhadap bola itu.
15. Seekor beruang di kebun binatang tidur di kandangnya. Seorang pengunjung berkomentar, "Lihat beruang tolol itu. Ia tak punya energi sedikitpun". Setujukah kamu? Jelaskan jawabanmu.

Pengembangan Keterampilan

Membuat Grafik: Pilihlah kegiatan permainan atau kendaraan di pasar malam yang dapat kamu nikmati. Buatlah grafik perubahan energi kinetik dan energi potensial selama kegiatanmu. Tempatkan waktu pada sumbu mendatar.

PESAWAT SEDERHANA

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

- lengan kuasa
 - gaya kuasa
 - tumpuan
 - bidang miring
 - pengungkit
 - pesawat
 - keuntungan mekanik
 - lengan beban
 - gaya beban
 - sekrup
 - pesawat sederhana
 - baji
 - roda dan poros
- peralatan yang meneruskan kerja dengan satu kali gerakan
 - gaya yang dikerahkan oleh pesawat
 - sebuah batang yang berputar terhadap titik tetap
 - gaya beban dibagi dengan gaya kuasa
 - titik tetap sebuah pengungkit
 - bidang miring yang mengelilingi silinder
 - Dua roda berbeda ukuran yang berputar bersama
 - bidang miring yang bergerak melalui sebuah benda

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau frase yang melengkapi kalimat atau menjawab pertanyaan.

- Manakah yang tidak dilakukan pesawat?
 - melipatkan gaya
 - melipatkan energi
 - mengubah arah gaya
 - melakukan kerja
- Pada pesawat ideal, kerja masukan ... kerja keluaran.
 - sama dengan
 - lebih besar
 - lebih kecil
 - tidak bergantung
- Berapa kali pesawat melipatkan gaya merupakan ... pesawat itu.
 - efisiensi
 - daya
 - keuntungan mekanik
 - beban
- Untuk menaikkan beban 4 m, tali kuasa pada katrol tetap tunggal harus bergerak
 - 1 m
 - 2 m
 - 4 m
 - 8 m
- Keuntungan mekanik katrol kombinasi yang memiliki lima tali yang menahan beban adalah
 - 2,5
 - 5
 - 10
 - 25
- Pada roda dan poros, gaya beban biasanya dikerjakan oleh
 - poros
 - roda yang lebih besar
 - pedal
 - engkol

7. Keuntungan mekanik bidang miring yang panjangnya 8 m dan tingginya 2 m adalah
 - a. 2
 - b. 4
 - c. 8
 - d. 16
8. Keuntungan mekanik bidang miring dapat ditingkatkan dengan
 - a. menambah panjangnya
 - b. menambah tingginya
 - c. mengurangi panjangnya
 - d. mengganti bebannya
9. Dua gaya yang terlibat dalam penggunaan pesawat adalah
 - a. kuasa dan tumpuan
 - b. gesekan dan tumpuan
 - c. kuasa dan beban
 - d. kuasa dan tumpuan
10. Pengungkit yang titik beban terletak di antara titik tumpu dan titik kuasa misalnya terdapat pada
 - a. jungkitan
 - b. sekop
 - c. pintu berengsel
 - d. pengumpil

Pemahaman Konsep

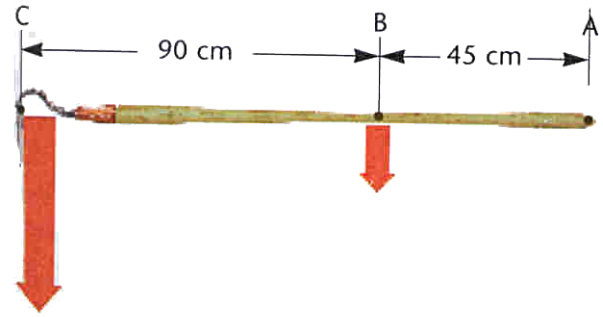
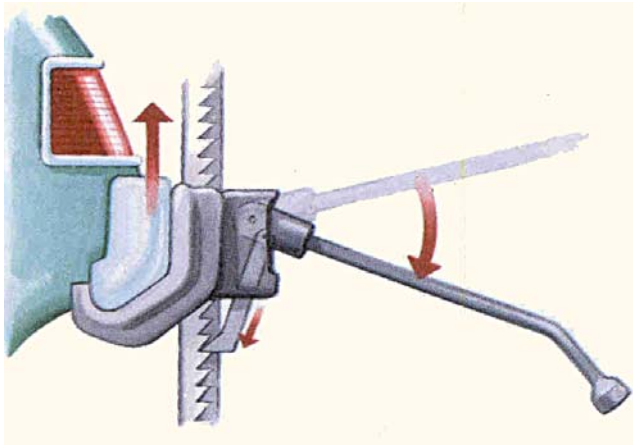
11. Jelaskan dan beri contohnya tiga cara yang dilakukan pesawat sederhana sehingga mempermudah kerja.
12. Bedakan katrol tetap tunggal dan katrol bebas tunggal, dan jelaskan keuntungan penggunaan masing-masing katrol.
13. Jelaskan mengapa mempertajam pisau mengubah keuntungan mekaniknya.
14. Kamu ditugasi untuk memindahkan kotak yang cukup berat ke rak 1 m di atas lantai. Ada tiga papan yang dapat kamu gunakan. Papan pertama panjangnya 2 m, papan kedua 2,5 m, dan papan ketiga 3 m. Papan manakah yang

membuat kerjamu paling mudah? Mengapa?

15. Apa perbedaan antara sekrup yang ulirnya rapat dan sekrup yang ulirannya agak jarang?
16. Seorang pembalap mengerahkan gaya 250 N ke pedal sepedanya. Jika roda sepeda itu memberikan gaya 200 N pada permukaan jalan, berapakah keuntungan mekanik sepeda itu?

Berpikir Kritis

17. Seorang anak dan bapaknya menaiki jungkitan. Ketika tumpuan berada di tengah-tengahnya, anak itu tidak dapat mengangkat bapaknya. Ke manakah tumpuan digerakkan agar keduanya dapat berjungkat-jungkit? Jelaskan.
18. Kamu memiliki dua buah obeng. Obeng pertama panjang dengan pegangan kecil, sedangkan yang kedua pendek dengan pegangan besar. Obeng manakah yang kamu pilih untuk memasukkan sekrup ke dalam papan? jelaskan alasanmu.
19. Dengan menggunakan papan yang panjangnya 4 m, pekerja mengerahkan gaya 1250 N untuk memindahkan kotak ke langit-langit yang tingginya 2 m. Berapakah berat kotak itu?
20. Kamu sedang menolong seseorang yang mengganti ban mobilnya. Dengan menggunakan dongkrak seperti gambar di bawah ini, kamu dapat mengangkat bagian belakang mobil hanya dengan satu tangan. Apakah dongkrak itu melipatkan gaya ataukah jarak? Bagaimanakah panjang lengan dongkrak mempengaruhi penggunaannya?



Pengembangan Keterampilan

21. **Mengurutkan:** Buatlah daftar untuk menunjukkan bagaimana beberapa peawat sederhana pada sepeda bekerja sehingga sepeda bergerak. Mulailah dengan kaki mengerahkan gaya pada pedal sepeda.
22. **Membuat dan Menggunakan Grafik:** Pengungkit ideal memiliki panjang lengan kuasa 40 cm. Hitunglah gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat benda 10 N dengan panjang lengan beban: 80 cm, 40 cm, 20 cm, dan 10 cm. Buatlah diagram garis yang mengkaitkan *panjang lengan beban* terhadap *gaya kuasa*. Jelaskan hubungan antara dua besaran ini.
23. **Menginterpretasikan Ilustrasi Ilmiah:** Pelajarilah diagram gambar galah pada gambar di bawah ini dan jawablah pertanyaan berikut.
 - a. Jenis pesawat apakah yang ditunjukkan oleh diagram itu?
 - b. Menyatakan apakah panah yang panjang itu?
 - c. Menyatakan apakah titik A?
 - d. Menunjukkan apakah jarak AC? jarak AB?
 - e. Berapakah KM pesawat itu?
 - f. Bagaimanakah pesawat ini memudahkan kerja?

Penilaian Kinerja

24. **Pengukuran dalam SI:** Satuan daya dalam SI adalah watt, merupakan satuan turunan. Dengan menggunakan definisi *daya*, runutlah rumus untuk menghitung daya dan carilah satuan dasar daya dalam sistem SI (dalam m, kg, dan s).
25. **Penemuan:** Buatlah gambar rancangan pesawat sederhana untuk membantu orang cacat. Paparkan pesawat sederhana yang kamu manfaatkan, dan ceritakan apa yang dikerjakan pesawat tersebut.
26. **Peta Konsep:** lengkapilah peta konsep pesawat sederhana berikut ini dengan menggunakan istilah-istilah: *bidang miring*, *pengungkit*, *jenis-jenis pengungkit*, *katrol*, *sekrup*, *baji*, dan *roda berporos*.

