

## PESAWAT SEDERHANA

### PENDAHULUAN

Bahan Belajar Mandiri (BBM) ini merupakan BBM kelima dari mata kuliah Konsep Dasar Fisika untuk SD yang membahas pesawat sederhana dan jenis-jenisnya. Dalam kehidupan sehari-hari, penggunaan pesawat atau alat bantu sangat diperlukan, terutama untuk mempermudah pekerjaan kita. Pekerjaan rumah tangga, aktivitas kita di sekolah atau tempat kerja, maupun aktivitas di luar ruangan umumnya tidak terlepas dari bantuan sebuah pesawat. Tentunya yang sering kita gunakan adalah pesawat yang rumit. Misalnya, penggunaan mesin cuci, *vacuum cleaner*, lemari es, dan sebagainya di rumah tangga. Kita juga bepergian dengan menggunakan kendaraan, baik kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat. Di tempat kerja, kita juga melakukan aktivitas dengan bantuan komputer. Semua itu merupakan contoh-contoh pesawat yang rumit. Tentunya Anda juga tahu bahwa pesawat rumit itu tersusun dari sejumlah pesawat sederhana.

Pesawat sederhana merupakan bentuk paling sederhana dari alat atau pesawat yang rumit. Atau dengan kata lain, pesawat sederhana merupakan peralatan yang melakukan usaha dengan hanya satu gerakan. Penggunaan pesawat sederhana dimaksudkan agar memudahkan pekerjaan kita. Besar keuntungan yang diperoleh dari penggunaan pesawat sederhana dinamakan *keuntungan mekanis*. Keuntungan mekanis yang akan dihasilkan dari masing-masing pesawat sederhana ini berbeda-beda, bergantung jenis pesawat sederhana yang digunakan. Berkaitan dengan hal tersebut maka pada modul ini Anda akan mempelajari berbagai jenis pesawat sederhana beserta penerapannya dalam kegiatan sehari-hari, serta keuntungan mekanis yang akan diperoleh dari penggunaan sebuah pesawat sederhana.

Dalam BBM ini, akan disajikan dua kegiatan belajar, yaitu:

1. Kegiatan Belajar 1 : Pengungkit dan Katrol
2. Kegiatan Belajar 2 : Bidang Miring dan Roda dengan Poros

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan memiliki kompetensi menjelaskan pesawat sederhana dan jenis-jenisnya.

Secara lebih khusus lagi. Anda diharapkan dapat:

1. Membedakan jenis-jenis pengungkit.
2. Membedakan jenis-jenis katrol.
3. Menjelaskan penggunaan bidang miring.
4. Menjelaskan penggunaan roda dan poros.
5. Menentukan keuntungan mekanis masing-masing pesawat sederhana.

Pembelajaran mengenai pesawat sederhana di SD dipelajari di Kelas V Semester 2 dengan Standar Kompetensi “Memahami hubungan antara gaya, gerak, dan energi, serta fungsinya” dan Kompetensi Dasar:

- Menjelaskan pesawat sederhana yang dapat membuat pekerjaan lebih mudah dan lebih cepat.

Agar Anda memperoleh hasil yang maksimal dalam mempelajari BBM ini, ikuti petunjuk pembelajaran berikut ini.

1. Bacalah dengan cermat bagian Pendahuluan BBM ini, sampai Anda memahami betul apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari BBM ini.
2. Bacalah bagian demi bagian, temukan kata-kata kunci dan kata-kata yang Anda anggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata tersebut dalam daftar kata-kata sulit dalam BBM ini atau dalam kamus yang ada.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian dari isi BBM ini melalui pemahaman sendiri, tukar pikiran dengan sesama mahasiswa, dan dosen Anda.
4. Mantapkan pemahanan Anda melalui diskusi dengan sesama teman mahasiswa.
5. Lakukan semua kegiatan yang diajarkan sesuai dengan petunjuk BBM. Karena di dalam pembelajaran BBM ini kita akan melakukan beberapa pengamatan percobaan.

# KEGIATAN BELAJAR 1

## PENGUNGKIT DAN KATROL

Kita semua merasakan bahwa kadang-kadang pekerjaan kita banyak dimudahkan karena adanya alat bantu yang dinamakan pesawat sederhana. Terlepas dari maraknya model-model dan jenis alat-alat yang umumnya cukup canggih untuk membantu pekerjaan kita, keberadaan pesawat sederhana tidak bisa digantikan begitu saja. Kenapa? Karena terkadang pada saat-saat tertentu kita memerlukan alat yang merupakan jenis pesawat sederhana. Pada Kegiatan Belajar 1 kita hanya akan membicarakan dua diantara empat pesawat sederhana yang akan kita bahas: **pengungkit** dan **katrol**.

Penggunaan pesawat sederhana jenis pengungkit telah ada sejak ribuan tahun silam. Orang-orang jaman dulu telah mengenal penggunaan pengungkit untuk memindahkan batu yang berukuran besar ketika kesulitan memindahkannya dengan cara menggelindingkannya. Orang Mesir kuno menggunakan pengungkit penyeimbang yang dinamakan *shadoof* untuk pengairan atau irigasi pertanian, yaitu dengan cara mengangkat air dari sungai Nile ke tanah-tanah pertanian, dan konon hingga kini masih digunakan. Kemudian pada abad pertengahan, pihak militer menggunakan pengungkit untuk mengangkat prajurit melewati benteng pertahanan. Kini penggunaan pesawat sederhana jenis pengungkit menjadi semakin luas dan beragam. Melalui penempatan komposisi posisi kuasa, beban, dan titik tumpu, orang dapat membuat bermacam-macam perkakas yang didasari cara kerja pengungkit.

Anda biasanya mengambil air dari sebuah sumur air dengan menggunakan alat penimba air? Bandingkanlah dengan mengambil air dari sebuah sumur tanpa menggunakan alat penimba air? Apakah yang Anda rasakan? Manakah yang lebih terasa mudah?

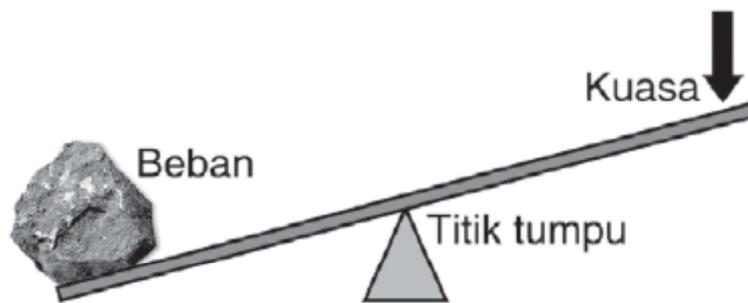
Ketika orang mengalami kesulitan dalam mengangkat barang yang berukuran cukup besar, timbul pemikiran bahwa lebih mudah mengangkat sebuah benda dengan cara ‘ditarik ke bawah’ dibandingkan dengan ‘ditarik ke atas’. Pemikiran ini mendasari orang untuk menciptakan pesawat sederhana jenis katrol. Jaman dulu, orang hanya menggunakan katrol tunggal tanpa roda untuk mengubah arah gaya. Namun ternyata penggunaan katrol tanpa roda ini menimbulkan gesekan yang cukup besar. Barulah pada kira-kira tahun 1500 SM, orang-orang di Mesopotamia menggunakan katrol beroda untuk mengangkat air. Kemudian Archimedes, seorang ilmuwan Yunani menggunakan sistem katrol ganda untuk mengangkat kapal ke atas daratan.

Kini orang banyak memanfaatkan katrol untuk mempermudah pekerjaan mereka dalam mengangkat sebuah benda, mulai dari mengambil air dari sumur air, mengibarkan bendera, hingga

mengangkat mobil yang akan diderek. Bahkan dengan bantuan mesin-mesin raksasa, katrol tetap digunakan untuk mengangkat benda-benda yang juga berukuran raksasa.

### A. Pengungkit

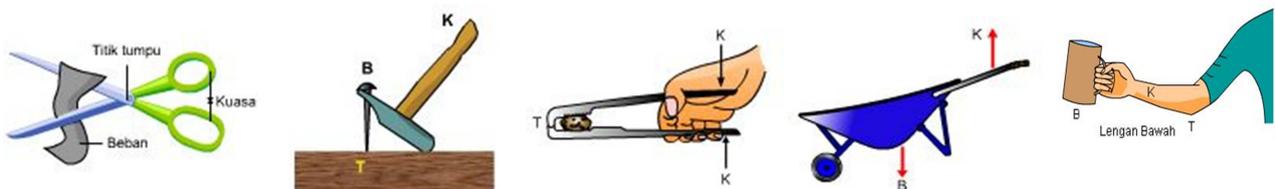
Pengungkit atau disebut juga tuas merupakan pesawat sederhana yang paling sederhana. Pengungkit ini terdiri dari sebuah batang kaku (misalnya logam, kayu, atau batang bambu) yang berrotasi di sekitar titik tetap yang dinamakan **titik tumpu**. Selain titik tumpu yang menjadi tumpuan bagi pengungkit, ada dua titik lain pada pengungkit, yaitu **titik beban** dan **titik kuasa**. Titik beban merupakan titik dimana kita meletakkan atau menempatkan beban yang hendak diangkat atau dipindahkan, sedangkan titik kuasa merupakan titik dimana gaya kuasa diberikan untuk mengangkan atau memindahkan beban. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Pengungkit

Sumber: IPA untuk SD dan MI kelas V Depdiknas

Pengungkit bekerja dengan cara mengubah besar gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban. Gambar 5.1 menunjukkan bentuk dasar dari sebuah pengungkit, dimana pengungkit semacam ini telah digunakan orang sejak jaman dulu. Bentuk-bentuk pengungkit lain yang biasanya kita gunakan diperlihatkan pada Gambar 5.2.



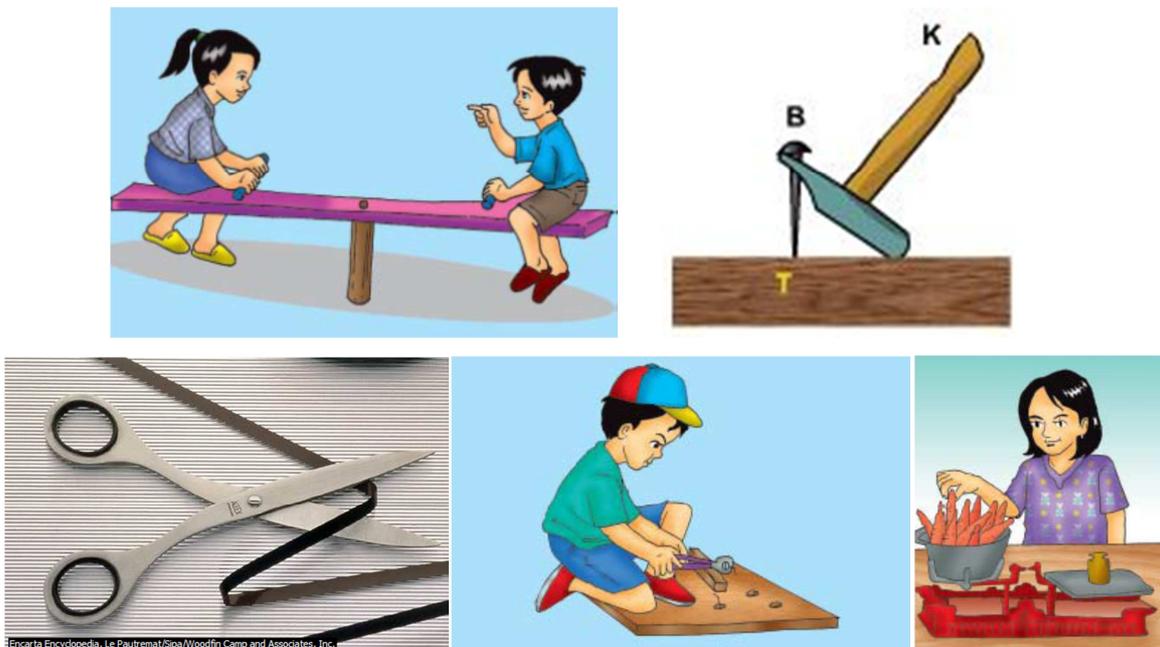
Gambar 5.2. Contoh-contoh pengungkit

Sumber: Internet

Berdasarkan posisi ketiga titik (titik tumpu, titik beban, dan titik kuasa) tersebut, pengungkit dapat dibedakan jenisnya menjadi tiga tipe atau tiga kelas, yaitu pengungkit jenis pertama, pengungkit jenis kedua, dan pengungkit jenis ketiga.

### 1. Pengungkit Jenis Pertama

Pengungkit jenis pertama (disebut juga pengungkit kelas 1) memiliki letak titik tumpu ( $T$ ) yang berada diantara titik beban ( $B$ ) dan titik kuasa ( $K$ ). Bentuk ini adalah bentuk dasar atau bentuk paling umum dari sebuah pengungkit. Contohnya adalah jungkat-jungkit, gunting, tang, palu, linggis, dan sejenisnya. Contoh-contoh dari pengungkit jenis pertama diperlihatkan pada Gambar 5.3.

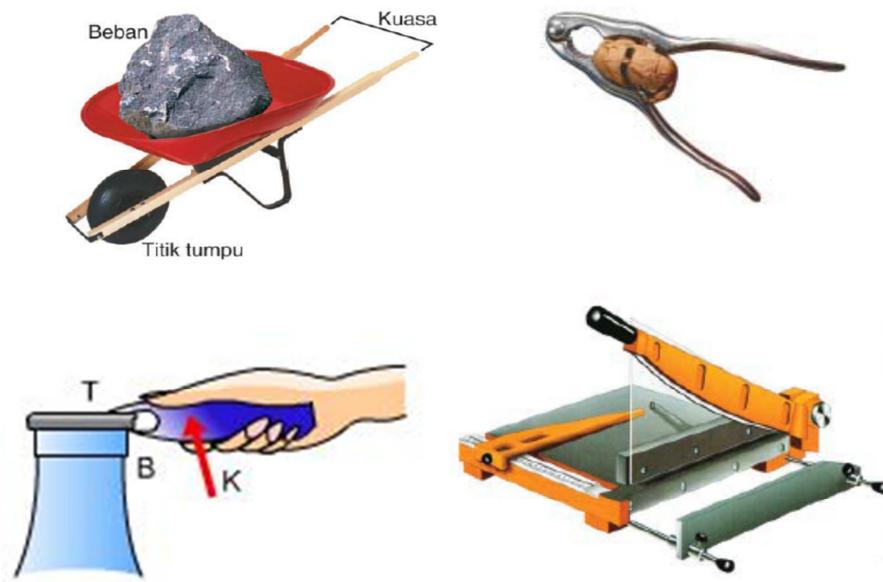


Gambar 5.3. Pengungkit jenis pertama

Sumber: IPA untuk SD dan MI Kelas V Depdiknas; Microsoft Encarta Premium 2009; Internet

### 2. Pengungkit Jenis Kedua

Pengungkit jenis kedua (disebut juga pengungkit kelas 2) memiliki letak titik beban ( $B$ ) yang berada diantara titik kuasa ( $K$ ) dan titik tumpu ( $T$ ). Contoh pemanfaatan pengungkit jenis kedua diantaranya gerobak dorong, pembuka botol, pemecah kemiri, dan sejenisnya. Contoh-contoh dari pengungkit jenis kedua diperlihatkan pada Gambar 5.4.

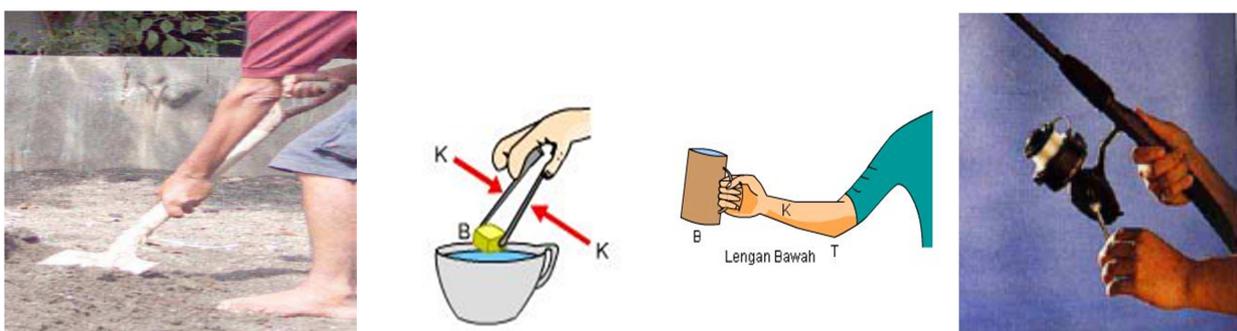


Gambar 5.4. Pengungkit jenis kedua

Sumber: IPA untuk SD dan MI Kelas V Depdiknas; Internet

### 3. Pengungkit Jenis Ketiga

Pengungkit jenis ketiga (disebut juga pengungkit kelas 3) memiliki letak titik kuasa (*K*) yang berada diantara titik beban (*B*) dan titik tumpu (*T*). Contoh pemanfaatan pengungkit jenis ketiga diantaranya pinset, *stapler*, alat pancing, termasuk lengan Anda, dan sejenisnya. Contoh-contoh dari dari pengungkit jenis ketiga diperlihatkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Pengungkit jenis ketiga

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas; Internet

Di dalam prakteknya, pengungkit digunakan untuk meringankan pekerjaan kita. Ketika Anda mencoba untuk membuka sebuah tutup kaleng dengan menggunakan tangan, mungkin Anda

akan mengalami kesulitan. Tentu akan lebih mudah dalam membuka tutup kaleng manakala kita menggunakan sebuah alat bantu berupa sendok kecil. Mengapa demikian?

Bila pada saat itu ada dua jenis sendok yang berbeda panjang gaganginya, manakah sendok yang akan Anda pilih agar lebih mudah membuka tutup kaleng? Untuk lebih jelasnya dalam memahami pemanfaatan pengungkit atau tuas ini, marilah kita ikuti Kegiatan Percobaan berikut.

## **Kegiatan Percobaan**

### **Kegiatan 1**

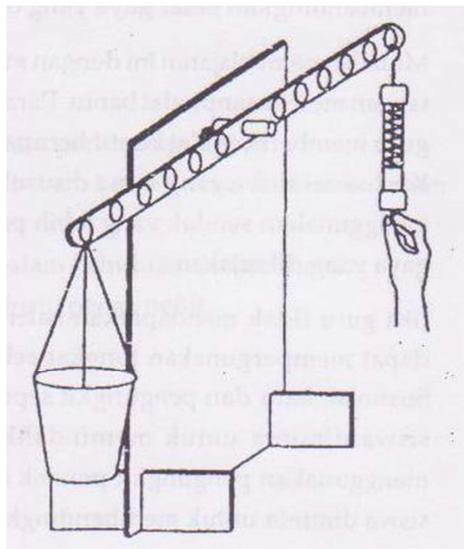
*Kegiatan ini bertujuan untuk memahami pengaruh posisi kuasa dan beban pada pengungkit dalam memudahkan pekerjaan.*

Alat dan bahan:

- Neraca pegas
- Mangkuk
- Sebutir batu beratnya  $\pm 50$  gram.

Langkah kerja:

1. Siswa merakit peralatan seperti pada gambar di bawah (mangkuk dan neraca pegas jangan dipasang dahulu)



Sistem pengungkit dan neraca

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

2. Masukkan sebutir batu ke dalam mangkuk. Ukurlah berat batu dan mangkuk dengan menggunakan neraca pegas. Catat hasilnya dalam kolom kedua pada Tabel Pengamatan 1.
3. Pasanglah mangkuk pada lubang no. 6 pada lengan sebelah kiri. Letakkan neraca pegas pada lubang no 6 pada lengan kanan. Tariklah neraca pegas sehingga kedudukan pengungkit

setimbang. Besar skala neraca pegas kemudian catat pada kolom terakhir pada Tabel Pengamatan 1.

- 4a. Cobalah menduga besar gaya yang diperlukan jika neraca dipindahkan ke lubang no. 5 pada lengan sebelah kanan. Tulislah pada kolom no. 4.
- 4b. Sekarang ukurlah dengan menggunakan neraca pegas. Catat hasilnya pada kolom terakhir.
5. Ulangi kegiatan 4a dan 4b dengan memindahkan neraca pegas pada lengan no. 4, 3, 2, dan 1. Catat hasilnya pada Tabel Pengamatan 1.
6. Bandingkan hasil pengamatan tersebut.

**Tabel Pengamatan 1**

Beban		Gaya		
Panjang Lengan Kiri (No. Lubang)	Berat	Panjang Lengan Kanan (No. Lubang)	Besar	
			Dugaan	Sebenarnya
6		6		

## Kegiatan 2

*Kegiatan ini bertujuan untuk memahami pengaruh posisi kuasa dan beban pada pengungkit dalam memudahkan pekerjaan.*

Alat dan bahan:

- Masih menggunakan alat dan bahan pada Kegiatan 1.

Langkah kerja:

1. Ulangi Kegiatan 1, tetapi dengan memindahkan letak neraca pegas pada lubang nomor 5 lengan sebelah kiri (lihat gambar). Ukur jarak kuasa dan jarak beban. Catat pada Tabel Pengamatan 2.
2. Cobalah memindahkan neraca pegas ke lubang nomor 4, 3, 2, dan 1 di lengan kiri.
3. Catat hasil pengamatan Anda pada Tabel Pengamatan 2. Apa yang dapat Anda simpulkan?

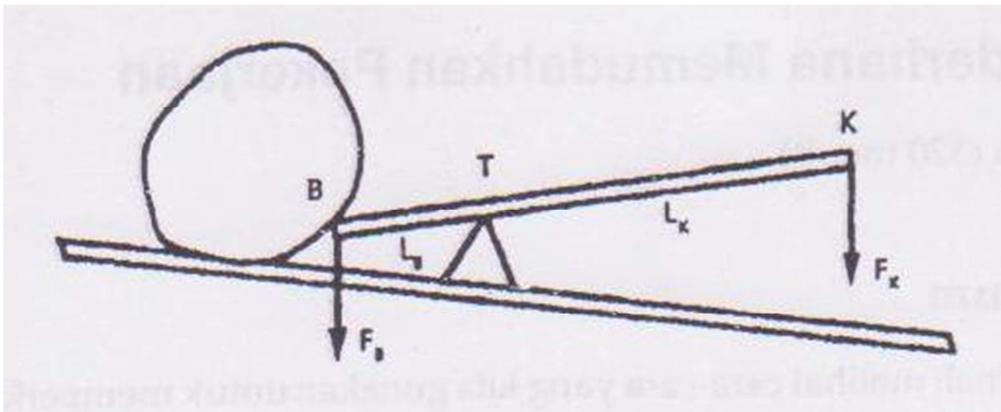
**Tabel Pengamatan 2**

Beban		Gaya		
Panjang Lengan Kiri (No. Lubang)	Berat	Panjang Lengan Kanan (No. Lubang)	Besar	
			Dugaan	Sebenarnya

Setelah Anda mengikuti Kegiatan Percobaan tersebut, tentunya Anda akan lebih memahami bahwa pengungkit dapat digunakan untuk memudahkan pekerjaan kita. Lebih lanjut, pengungkit dapat meringankan usaha kita dalam memindahkan benda. Adapun yang menjadi pertanyaan adalah, seberapa besar *keuntungan mekanis* yang akan kita peroleh dari penggunaan pengungkit?

Sebelum melangkah lebih jauh, mari kita pahami bersama, apa yang dimaksud dengan keuntungan mekanis? Secara definisi, *keuntungan mekanis* merupakan suatu bilangan yang menyatakan pelipatgandaan hasil dari suatu pesawat sederhana terhadap gaya atau jarak perpindahannya. Artinya, suatu pesawat sederhana memiliki nilai keuntungan mekanis sama dengan 2 (dua) apabila gaya yang diperlukan untuk memindahkan sebuah beban adalah setengah dari beban tersebut. Contohnya, untuk memindahkan sebuah batu seberat 200 newton dengan menggunakan sebuah pengungkit diperlukan gaya sebesar 100 newton, maka keuntungan mekanis yang diberikan oleh pengungkit itu adalah 2 (dua).

Dalam pengungkit, besar keuntungan mekanis yang dihasilkan sangat bergantung dari posisi titik tumpu, titik kuasa, dan titik bebannya. Untuk memahami lebih lanjut, marilah kita perhatikan komponen-komponen sebuah pengungkit, pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6. Komponen sebuah pengungkit

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

Gambar 5.6 menunjukkan sebuah batang (pengungkit) yang dipergunakan untuk memindahkan sebuah batu. Komponen-komponen yang terdapat dalam sebuah pengungkit diantaranya:

- Titik kuasa (K) yaitu bagian ujung pengungkit yang diberi gaya kuasa untuk mengangkat beban.
- Titik beban (B), yaitu bagian ujung pengungkit yang digunakan untuk mengangkat atau memindahkan benda yang hendak diangkat atau dipindahkan.

- c. Titik tumpu (T), yaitu bagian pengungkit yang menjadi posisi tumpuan atau penyangga. Letak titik tumpu ini beragam, ada yang ditengah-tengah bagian pengungkit, ada pula yang di bagian ujungnya, bergantung jenis pengungkit.
- d. Lengan kuasa ( $L_k$ ), yaitu jarak antara titik kuasa dengan titik tumpu.
- e. Lengan beban ( $L_b$ ), yaitu jarak antara titik beban dengan titik tumpu.
- f. Gaya berat beban ( $F_b$ ), yaitu gaya berat yang ditimbulkan beban pada pengungkit.
- g. Gaya kuasa ( $F_k$ ), yaitu gaya yang diperlukan untuk mengangkat atau memindahkan beban.

Semakin jauh jarak kuasa dari titik tumpu, maka semakin kecil gaya kuasa yang diperlukan untuk memindahkan/mengangkat sebuah beban. Demikian pula semakin dekat beban dari titik tumpu, maka semakin kecil gaya kuasa yang diperlukan. Secara matematis, hubungan gaya kuasa, gaya berat beban, lengan kuasa, dan lengan beban dinyatakan oleh persamaan:

$$F_b \cdot L_b = F_k \cdot L_k$$

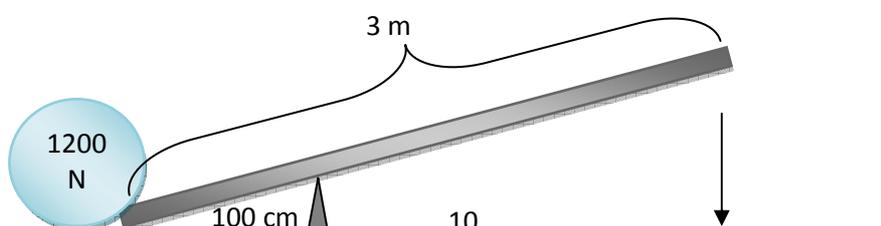
- dengan:
- $F_b$  = gaya berat beban yang akan diangkat (satunya *newton*)
  - $F_k$  = gaya kuasa yang diberikan (satunya *newton*)
  - $L_k$  = panjang lengan kuasa/jarak antara titik kuasa dan titik tumpu (satunya *meter*)
  - $L_b$  = panjang lengan beban/jarak antara titik beban dan titik tumpu (satunya *meter*)

Besar keuntungan mekanis ( $KM$ ) pada pengungkit merupakan perbandingan antara berat beban ( $B$ ) dan gaya kuasa ( $F$ ) atau perbandingan antara lengan kuasa ( $L_k$ ) dan lengan beban ( $L_b$ ).

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

Contoh Soal:

Sebuah benda akan diangkat dengan menggunakan pengungkit seperti tampak pada gambar berikut. Benda tersebut memiliki berat sebesar 1200 newton. Bila pengungkit tersebut panjangnya adalah 3 meter, dan jarak antara beban ke titik tumpu adalah 1 meter, berapakah gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut? Berapa keuntungan mekanis yang diberikan oleh pengungkit?



Penyelesaian:

Diketahui:  $F_b = 1200 \text{ N}$

$L_b = 1 \text{ m}$

$L_k = L - L_b = 3 \text{ m} - 1 \text{ m} = 2 \text{ m}$

Ditanya:  $F_k = ?$

**Jawab:**

$$F_b \cdot L_b = F_k \cdot L_k$$

- $F_k = \frac{F_b \cdot L_b}{L_k} = \frac{1200 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{2 \text{ m}} = \mathbf{600 \text{ N}}$

- $KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{1200 \text{ N}}{600 \text{ N}} = 2$

atau

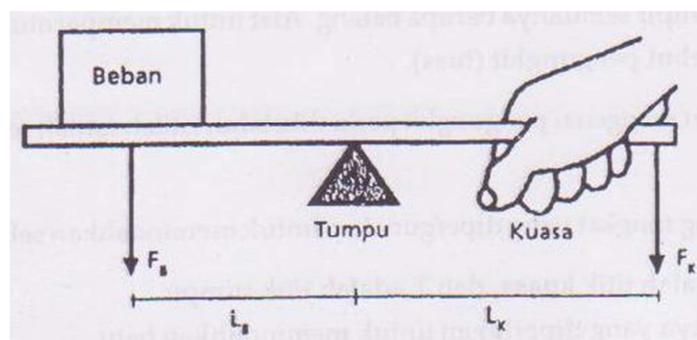
- $KM = \frac{L_k}{L_b} = \frac{2 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 2$

Jadi, gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban seberat 1200 N tersebut adalah sebesar 600 N. Keuntungan mekanis yang diberikan atau dihasilkan oleh pengungkit adalah 2.

Dari contoh di atas dapat kita simpulkan bahwa jika lengan kuasa lebih panjang daripada lengan beban, maka keuntungan mekanis yang diperoleh akan lebih besar dari satu. Sebelumnya telah kita bicarakan bahwa pengungkit terdiri dari 3 jenis bila ditinjau dari posisi titik tumpu, titik beban, dan titik kuasanya, sehingga keuntungan mekanis masing-masing jenis pengungkit juga akan berbeda-beda, karena panjang lengan kuasa dan lengan bebannya beragam.

#### i. Keuntungan mekanis pengungkit jenis pertama

Pengungkit jenis pertama memiliki posisi titik tumpu yang berada diantara titik beban dan titik kuasa (Gambar 5.7). Panjang lengan beban dan panjang lengan kuasanya bergantung pada posisi titik tumpunya, sehingga keuntungan mekanis yang dihasilkan bisa lebih besar atau lebih kecil dari satu.

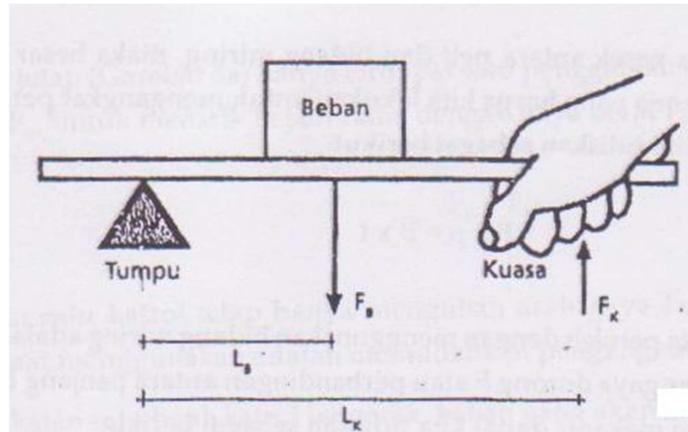


Gambar 5.7. Keuntungan mekanis pengungkit jenis 1

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

## ii. Keuntungan mekanis pengungkit jenis kedua

Pengungkit jenis kedua memiliki posisi titik beban yang berada diantara titik tumpu dan titik kuasa (Gambar 5.8). Panjang lengan kuasa selalu lebih panjang daripada panjang lengan beban, sehingga keuntungan mekanis yang dihasilkan selalu *lebih besar* dari satu.

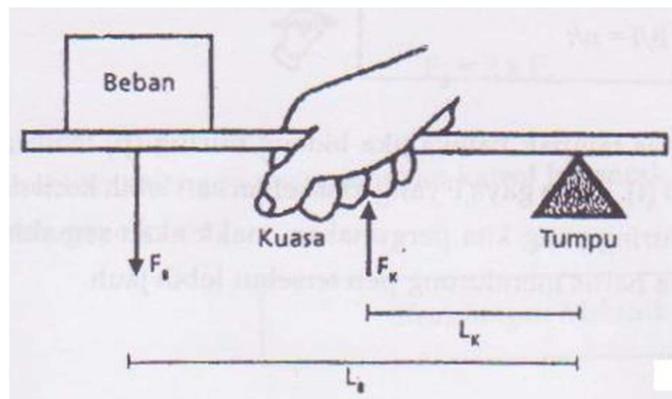


Gambar 5.8. Keuntungan mekanis pengungkit jenis 2

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

## iii. Keuntungan mekanis pengungkit jenis ketiga

Pengungkit jenis ketiga memiliki posisi titik kuasa yang berada diantara titik beban dan titik tumpu (Gambar 5.9). Panjang lengan kuasa selalu lebih pendek daripada panjang lengan beban, sehingga keuntungan mekanis yang dihasilkan selalu *lebih kecil* dari satu.

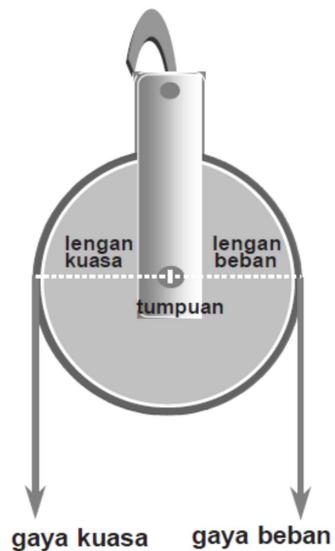


Gambar 5.9. Keuntungan mekanis pengungkit jenis 3

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

## B. Katrol

Katrol merupakan pesawat sederhana yang terdiri dari sebuah roda atau piringan beralur dan tali atau kabel yang mengelilingi alur roda atau piringan tersebut. Ditinjau dari cara kerjanya, katrol merupakan jenis pengungkit, karena pada katrol juga terdapat titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban. Gambar 5.10. memberikan gambaran mengenai kemiripan katrol dengan pengungkit.



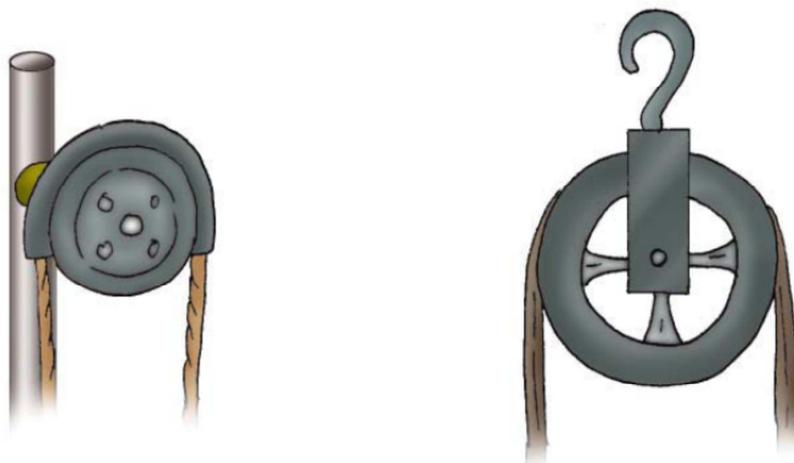
Gambar 5.10. Katrol

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Pemanfaatan katrol dalam kehidupan sehari-hari cukup beragam, misalnya untuk mengangkat benda-benda, mengambil air dari sumur, mengibarkan bendera, hingga mengangkat kotak peti kemas. Berdasarkan susunan tali dan rodanya, katrol dibedakan menjadi katrol tetap, katrol bebas, dan katrol majemuk. Seperti apa perbedaannya?

### 1. Katrol Tetap

Katrol tetap merupakan katrol yang posisinya tidak berubah ketika digunakan. Biasanya posisi katrolnya terikat pada satu tempat tertentu. Titik tumpu sebuah katrol tetap terletak pada sumbu katrolnya. Contoh pemanfaatan katrol tetap adalah pada alat penimba air sumur dan katrol pada tiang bendera. Gambar 5.11 memperlihatkan suatu katrol tetap.



Gambar 5.11. Katrol tetap: pada tiang bendera (*kiri*) dan sumur timba (*kanan*)

Sumber: IPA untuk SD dan MI Kelas V Depdiknas

## 2. Katrol Bebas

Katrol bebas merupakan katrol yang posisi atau kedudukannya berubah ketika digunakan. Artinya, katrol bebas tidak ditempatkan di tempat tertentu, melainkan ditempatkan pada tali yang kedudukannya dapat berubah. Contoh pemanfaatan katrol bebas adalah pada alat pengangkat peti kemas. Gambar 5.12 memperlihatkan suatu katrol bebas.

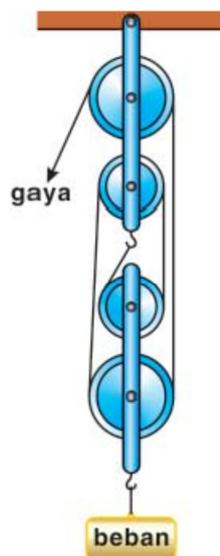


Gambar 5.12. Katrol bebas

Sumber: IPA untuk SD dan MI Kelas V Depdiknas

## 3. Katrol Majemuk atau Sistem Katrol

Katrol majemuk merupakan perpaduan antara katrol tetap dan katrol bebas. Kedua katrol ini dihubungkan dengan tali. Pada katrol majemuk, beban dikaitkan pada katrol bebas dan salah satu ujung tali dikaitkan pada penampang katrol tetap. Bila ujung tali yang lain ditarik, maka beban akan terangkat. Gambar 5.13 memperlihatkan sebuah katrol majemuk.



### Gambar 5.13. Katrol majemuk

Sumber: IPA untuk SD dan MI Kelas V Depdiknas

Mungkin timbul pertanyaan di benak kita, mengapa katrol dibuat berbeda-beda? Mengapa harus ada katrol tetap, katrol bebas, dan katrol majemuk? Untuk lebih jelasnya dalam memahami pemanfaatan katrol ini, marilah kita ikuti Kegiatan Percobaan berikut.

#### **Kegiatan Percobaan**

##### **Kegiatan 3**

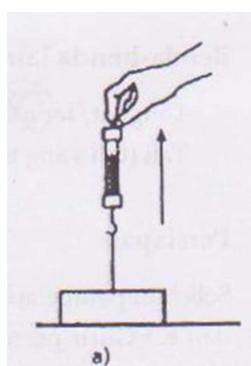
*Kegiatan ini bertujuan untuk memahami bahwa katrol dapat memudahkan mengangkat suatu benda.*

Alat dan bahan:

- Katrol ganda
- Neraca pegas
- Balok
- Tali
- Papan/bidang

Langkah kerja:

1. Angkatlah balok kayu dengan menggunakan neraca pegas setinggi 4 cm (Gambar (a)) Ukurlah jarak pergeseran neraca pegas dan besar gaya dengan membaca skala neraca pegas. Amatilah jumlah penggal tali. Catatlah pada Tabel Pengamatan 3

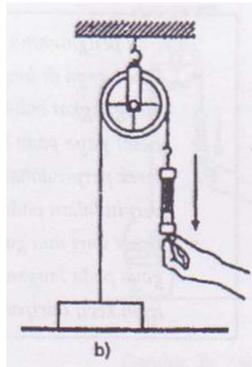


Sistem katrol

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

2. Pasanglah sebuah katrol pada papan/bidang. Pasanglah tali yang mengikat pengait melalui katrol seperti yang tampak pada Gambar (b). Amatilah jumlah penggal tali dan kedudukan dari ujung neraca pegas. Tariklah tali ke bawah sehingga balok terangkat setinggi 4 cm dari

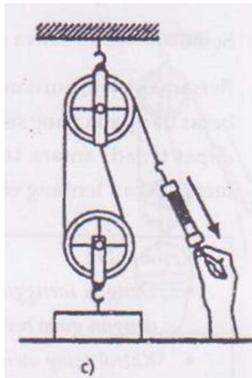
kedudukan semula. Bacalah besar gaya pada neraca pegas dan ukurlah jarak pergeseran tersebut pada Tabel 1. Ubahlah arah tarikan tali ke arah samping (mendatar). Bacalah besar gaya dan ukurlah jarak pergeseran neraca pegas, catatlah di Tabel Pengamatan 3.



Sistem katrol

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

- Hubungkan satu katrol tetap pada papan dan satu katrol bebas dengan tali seperti pada Gambar (c). Amatilah jumlah penggal tali dan ujung neraca pegas, tariklah tali sehingga balok terangkat setinggi 4 cm. Bacalah besar gaya pada neraca pegas dan ukurlah jarak pergeseran tersebut pada Tabel 1. Ubahlah arah tarikan tali ke arah samping (mendatar). Bacalah besar gaya dan ukurlah jarak pergeseran neraca pegas, catatlah di Tabel Pengamatan 3.



Sistem katrol

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

**Tabel Pengamatan 3**

Langkah	Mengangkat Benda Setinggi 4 cm	Arah Gaya	Besar Gaya	Jumlah Penggal Tali	Jarak Pergeseran Neraca Pegas
1	Langsung dengan neraca pegas	Ke atas			
2	Menggunakan satu katrol tetap	Ke bawah			
		Ke samping			
3	Menggunakan satu katrol tetap dan satu	Ke bawah			
		Ke samping			

	katrol bebas				
--	--------------	--	--	--	--

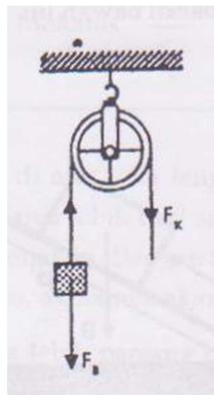
Setelah Anda mengikuti Kegiatan Percobaan tersebut, tentunya Anda akan lebih memahami bahwa katrol dibuat berbeda jenis untuk memberikan keuntungan yang lebih besar. Katrol yang memiliki jumlah roda katrol lebih banyak akan memberikan keuntungan mekanis yang lebih besar, meskipun sebenarnya keuntungan mekanis pada katrol ditentukan seberapa banyak *penggal* tali yang menyangga bebannya. Untuk mengangkat beban seberat  $F_b$  maka kita menarik tali dengan gaya  $F_k$ . Gaya berat  $F_b$  besarnya sama dengan jumlah gaya-gaya yang bekerja pada penggal tali atau sejumlah penggal tali yang menahan beban. Agar lebih jelas, marilah kita bahas satu-persatu.

**i. Keuntungan mekanis pada katrol tetap**

Pada katrol tetap (Gambar 5.14) hanya terdapat satu penggal tali yang menahan beban, sehingga besar gaya kuasa ( $F_k$ ) untuk menarik beban sama dengan gaya berat beban ( $F_b$ ), atau

$$F_b = F_k$$

sehingga keuntungan mekanis untuk katrol tetap adalah:  $KM = \frac{F_b}{F_k} = 1$



Gambar 5.14. Keuntungan mekanis pada katrol tetap

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

Keuntungan mekanis yang diberikan oleh katrol tetap adalah 1 (satu), artinya bahwa pada katrol tetap gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban sama dengan gaya berat beban itu sendiri. Penggunaan satu katrol tetap hanya mengubah arah gaya kuasa, sehingga keuntungan yang diperoleh adalah memudahkan pengangkatan beban saja.

**ii. Keuntungan mekanis pada katrol bebas**

Pada katrol bebas (Gambar 5.15) beban yang akan diangkat digantungkan pada poros katrol dan beban serta katrolnya ditopang oleh dua penggal tali pada masing-masing sisi katrol, sehingga gaya berat beban ( $F_b$ ) ditopang oleh gaya kuasa ( $F_k$ ) pada dua penggal tali, atau

$$F_b = 2F_k$$

Sehingga keuntungan mekanis untuk katrol bebas adalah  $KM = \frac{F_b}{F_k} = 2$



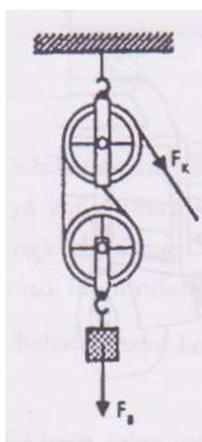
Gambar 5.15. Keuntungan mekanis pada katrol bebas

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

Keuntungan mekanis yang diberikan oleh katrol bebas adalah 2 (dua), artinya bahwa untuk mengangkat beban menggunakan katrol bebas hanya diperlukan  $\frac{1}{2}$  gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut bila tanpa menggunakan katrol. Penggunaan katrol bebas berfungsi untuk melipatgandakan gaya.

### iii. Keuntungan mekanis pada katrol majemuk atau sistem katrol

Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bergerak. Katrol majemuk sering disebut juga sistem katrol. Pada sistem katrol, keuntungan mekanis ditentukan oleh berapa banyak penggal tali penyangganya. Misalnya, sistem katrol yang terdiri dari satu katrol tetap dan satu katrol bebas (Gambar 5.16). Beban pada sistem katrol ini ditopang oleh dua penggal tali (hampir sama dengan katrol bebas), atau  $F_b = 2F_k$ , sehingga keuntungan mekanis yang dihasilkan adalah 2 (dua), atau  $KM = \frac{F_b}{F_k} = 2$ .

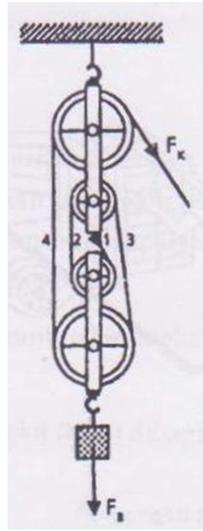


Gambar 5.16. Keuntungan mekanis pada sistem katrol

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

Meskipun penggunaan katrol seperti ini memberikan keuntungan mekanis yang sama dengan penggunaan katrol bebas yang hanya terdiri dari satu katrol, tetapi terdapat keuntungan lain dari penggunaan katrol jenis ini, yaitu gaya kuasa yang diberikan mengarah ke bawah, sehingga memudahkan pengangkatan beban atau memudahkan pekerjaan.

Sering kali berat beban yang harus diangkat atau dipindahkan sangat besar (berat), sehingga digunakan sistem katrol yang terdiri dari susunan beberapa katrol, yang terdiri dari beberapa katrol tetap dan katrol bergerak (Gambar 5.17).



Gambar 5.17. Keuntungan mekanis pada sistem katrol (katrol majemuk)

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

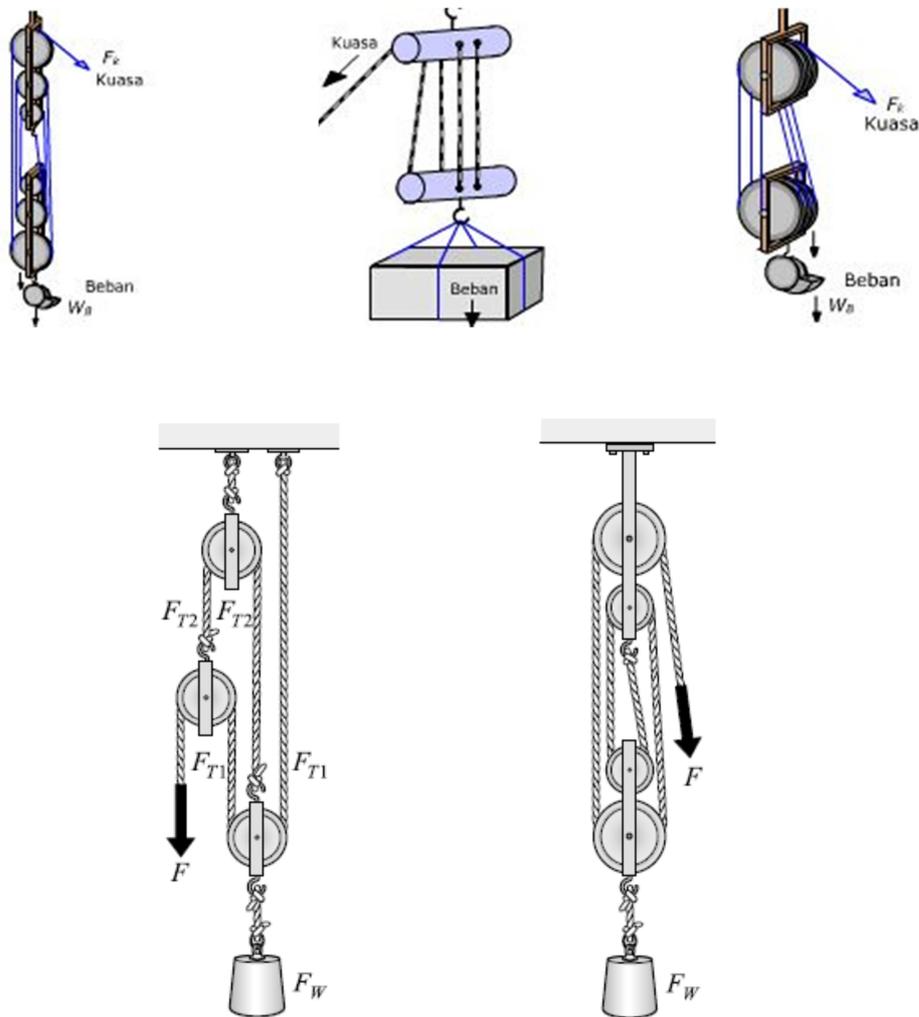
Tampak pada Gambar 5.13 bahwa untuk mengangkat beban seberat  $F_b$  diperlukan gaya sebesar  $F_k$ . Gaya berat  $F_b$  ditopang oleh 4 penggal tali penyangga, dan karena gaya berat ini sama dengan gaya yang bekerja pada masing-masing penggal tali, maka

$$F_b = 4F_k$$

sehingga keuntungan mekanis dari penggunaan katrol majemuk adalah  $KM = \frac{F_b}{F_k} = 4$

Keuntungan mekanis yang diberikan oleh katrol majemuk seperti ini adalah 4 (empat), artinya bahwa pada katrol majemuk tersebut gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban adalah  $\frac{1}{4}$  dari gaya berat bebannya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penggal tali yang menyangga beban, maka semakin kecil gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat atau memindahkan beban tersebut, atau dengan kata lain semakin besar keuntungan mekanisnya.

Contoh pemanfaatan sistem katrol diantaranya alat pengangkat pada mobil derek, *chain hoist* (alat untuk mengangkat mesin mobil dari bodi mobil), hingga *crane*. Beberapa gambar contoh-contoh sistem katrol ditunjukkan oleh Gambar 5.18.



Gambar 5.18. Sistem Katrol

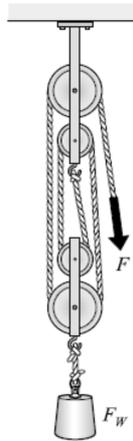
Sumber: Internet & *Schaum Outline of College Physics*

## LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Terdapat 3 (tiga) jenis pengungkit yang dibedakan berdasarkan susunan posisi titik tumpu, beban, dan kuasa. Jelaskan masing-masing jenis-jenis pengungkit! Lengkapilah dengan ilustrasi gambarnya!
2. Seseorang bermaksud mengangkat sebuah beban seberat 1000 newton dengan menggunakan sebuah pengungkit jenis kedua. Panjang batang pengungkit adalah 2 meter dan jarak antara titik tumpu dan titik bebannya 50 cm. Berapakah gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut?

3. Seseorang bermaksud mengambil air dari sumur dengan menggunakan sebuah katrol tetap tunggal (yaitu katrol yang hanya terdiri dari satu buah roda). Bila berat air dan wadahnya yang akan diangkat dari sumur tersebut adalah 450 newton, berapakah gaya yang diperlukan orang tersebut. Jelaskan!
4. Perhatikan Gambar di bawah!  
Bila berat beban adalah 2000 N, berapakah gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban dengan menggunakan katrol jenis ini?



## RANGKUMAN

Pengungkit merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang paling sederhana, terdiri dari sebuah batang kaku (misalnya logam, kayu, atau batang bambu) yang berrotasi di sekitar titik tetap yang dinamakan titik tumpu. Komponen-komponen yang terdapat dalam pengungkit yaitu titik kuasa, titik beban, dan titik tumpu. Terdapat tiga jenis pengungkit berdasarkan susunan ketiga titik tersebut, yaitu pengungkit jenis pertama, pengungkit jenis kedua, dan pengungkit jenis ketiga. Keuntungan mekanis dari pengungkit jenis pertama bergantung pada posisi titik beban dan titik kuasanya. Adapun keuntungan mekanis pengungkit jenis kedua selalu lebih besar dari 1. Sedangkan untuk pengungkit jenis ketiga, keuntungan mekanisnya selalu lebih kecil dari 1.

Katrol umumnya digunakan orang untuk mengangkat beban. Katrol merupakan salah satu pesawat sederhana yang terdiri dari sebuah roda atau piringan beralur bertali dan tali atau kabel yang mengelilingi alur roda atau piringan tersebut. Cara kerja katrol adalah dengan cara mengubah arah gaya, sehingga memudahkan pekerjaan seseorang. Katrol dibedakan menjadi katrol tetap, katrol bebas, dan katrol majemuk (sistem katrol). Keuntungan mekanis yang dihasilkan katrol tetap adalah 1, sedangkan untuk katrol bergerak menghasilkan keuntungan mekanis sama dengan 2.

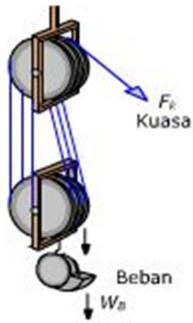
Adapun keuntungan mekanis yang dihasilkan sistem katrol bergantung dari jumlah tali penyangga yang menyangga katrol bergeraknya.

### TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bagian dari pengungkit yang kita beri gaya dinamakan ...
  - A. titik tumpu
  - B. titik kuasa
  - C. beban
  - D. lengan beban
  
2. Berikut ini benda-benda yang dapat dijadikan pengungkit, kecuali...
  - A. batang bambu
  - B. linggis
  - C. tali
  - D. palu
  
3. Manakah diantara pesawat berikut yang termasuk pesawat sederhana jenis kedua?
  - A. gunting kuku
  - B. gerobak pasir
  - C. gunting
  - D. lengan
  
4. Bila titik beban adalah B, titik kuasa adalah K dan titik tumpu adalah T, maka susunan ketiga titik tersebut pada pengungkit jenis kedua adalah ...
  - A. B – K – T
  - B. T – B – K
  - C. K – T – B
  - D. T – K – B
  
5. Bila titik beban adalah B, titik kuasa adalah K dan titik tumpu adalah T, maka susunan ketiga titik tersebut pada pengungkit jenis ketiga adalah ...
  - A. B – K – T
  - B. T – B – K
  - C. K – T – B
  - D. K – B – T

6. Bila perbandingan panjang lengan beban dan lengan kuasa adalah 1: 2, berapakah gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban seberat 100 N dengan menggunakan pengungkit jenis pertama?
- A. 50 N
  - B. 100 N
  - C. 150 N
  - D. 200 N
7. Untuk Soal No. 4 diatas, berapakah keuntungan mekanis yang diperoleh?
- a. 1
  - b. 2
  - c. 3
  - d. 4
8. Untuk mengangkat atau memindahkan sebuah benda, orang biasanya menggunakan sebuah katrol tunggal tetap. Katrol tunggal tetap berkerja dengan cara ...
- A. memperbesar usaha
  - B. memperkecil usaha
  - C. mengubah arah gaya
  - D. memperbesar gaya
9. Seorang anak mengambil seember air dengan berat 50 N. Bila anak tersebut menggunakan sebuah katrol bebas (bergerak), berapakah gaya yang diperlukan anak tersebut?
- A. 10 N
  - B. 25 N
  - C. 50 N
  - D. 100 N
10. Perhatikan Gambar berikut.



Bila berat beban yang hendak diangkat adalah 600 N, berapakah gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban tersebut?

- A. 100 N
- B. 300 N
- C. 600 N
- D. 1200 N

### BALIKAN DAN TINDAK LANJUT

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100 \%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

- 90% - 100% = Baik Sekali
- 80% - 89% = Baik
- 70% - 79% = Cukup
- < 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 1 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

# BIDANG MIRING, RODA DAN POROS

Pada Kegiatan Belajar 1, kita telah membicarakan dua diantara empat jenis pesawat sederhana, yaitu pengungkit dan katrol, dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari serta keuntungan mekanis yang diberikan oleh masing-masing pesawat sederhana yang dimaksud. Pada Kegiatan Belajar 2 ini kita akan membicarakan dua jenis pesawat sederhana lainnya, yaitu **bidang miring** dan **roda dan poros**.

Tangga rumah dibuat landai dan jalan di sekitar pegunungan dibuat berkelok-kelok merupakan beberapa dari sekian banyak contoh penerapan bidang miring. Sejarah penggunaan bidang miring sesungguhnya telah ada sejak ribuan tahun silam. Orang-orang Mesir kuno memanfaatkan bidang miring untuk mengangkat batu raksasa ketika membangun piramida, sekitar tahun 2700 SM hingga 1000 SM. Orang-orang juga menggunakan baji untuk membelah kayu. Pada jaman prasejarah, orang menggunakan baji kayu untuk membelah batu. Orang menancapkan baji kayu kering yang diselipkan pada celah batu, kemudian membasahi baji itu dengan air sehingga menyerap cukup air. 'Pemuaian' baji kayu yang menyerap air menimbulkan tekanan yang mampu membelah batu. Para sejarawan meyakini bahwa Archimedes, seorang ilmuwan Yunani (287-212 SM) menemukan perangkat sejenis skrup besar untuk mengangkat air. Perangkat ini terdiri dari sebuah silinder yang dilengkapi 'ulir skrup' berukuran lebar di bagian dalamnya. Ujung bawah dari silinder tersebut dibenamkan ke dalam air, kemudian putaran silinder berulir ini mengangkat air hingga tingkat yang lebih tinggi. Prinsip kerja seperti ini masih digunakan pada beberapa jenis pompa hingga kini.

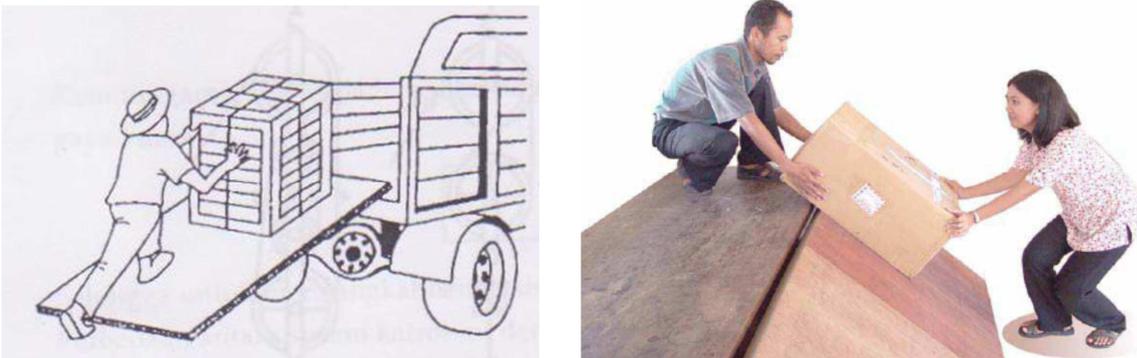
Penggunaan roda (dan poros) juga telah dimulai ribuan tahun yang lalu. Penggunaan roda pada alat transportasi diyakini digunakan pada sebuah kereta di Mesopotamia sekitar tahun 3500 SM. Salah satu penggunaan roda dan poros pada awalnya adalah sebagai roda dalam pembuatan tembikar atau keramik, dan kira-kira ditemukan pada tahun yang hampir bersamaan dengan penggunaan roda untuk alat transportasi. Kincir angin dan roda air dikombinasikan dengan gigi-gigi digunakan dalam penggilingan padi. Kini banyak contoh penerapan atau aplikasi dari penggunaan roda dan poros dalam kehidupan sehari-hari, seperti misalnya stir kendaraan, susunan roda gigi transmisi, pegangan pintu, dan sebagainya.

## A. Bidang Miring

Di rumah, di sekolah, di kantor, di pusat perbelanjaan, dan di tempat-tempat umum lainnya yang memiliki bangunan fisik bertingkat umumnya dilengkapi tangga sebagai alat penghubung antar tingkat. Ketika Anda menaiki sebuah tangga, apakah yang Anda rasakan? Bagaimana pula yang Anda rasakan bila menaiki bangunan bertingkat dengan menggunakan tangga secara vertikal? Di daerah pegunungan, umumnya jalan-jalan dibuat berkelok-kelok. Mengapa?

Ternyata kita bisa dengan lebih nyaman berpindah dari satu lantai ke lantai berikutnya dengan menggunakan anak tangga dibandingkan dengan menaikinya menggunakan tangga vertikal. Jalan-jalan di daerah pegunungan sengaja dibuat landai dan berkelok-kelok untuk mengurangi sudut kemiringannya. Semakin landai kemiringan suatu permukaan, semakin sedikit energi yang dibutuhkan untuk mendakinya. Prinsip kerja tangga dan jalan-jalan di pegunungan menggunakan prinsip bidang miring. Lantas apa yang dimaksud dengan bidang miring?

Bidang miring merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang terdiri dari bidang datar yang salah satu ujungnya lebih tinggi daripada ujung lainnya. Bidang miring diposisikan miring agar dapat memperkecil gaya yang dibutuhkan untuk memindahkan benda ke tempat yang lebih tinggi dibandingkan mengangkatnya secara vertikal (Gambar 5.19).



Gambar 5.19. Bidang miring

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP; Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas

Bidang miring memberikan keuntungan yaitu memungkinkan kita memindahkan suatu benda ke tempat yang lebih tinggi dengan gaya yang lebih kecil. Meskipun demikian, bidang miring juga memiliki kelemahan, yaitu jarak yang harus ditempuh untuk memindahkan benda tersebut menjadi lebih panjang (jauh). Pemanfaatan prinsip kerja bidang miring dapat kita temukan dalam sejumlah perkakas, diantaranya kapak, pisau, skrup, baut, dan sebagainya.



Gambar 5.20. Contoh pemanfaatan bidang miring

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas; IPA untuk SD dan MI Kelas V Depdiknas; Microsoft Encarta Premium 2009

Bagaimana kita mengetahui bahwa penggunaan bidang miring memudahkan pekerjaan kita, yaitu memperkecil gaya yang diperlukan untuk memindahkan atau mengangkat suatu benda? Untuk mengetahui lebih jelas dalam pemanfaatan bidang miring ini, marilah kita ikuti Kegiatan Percobaan berikut.

### **Kegiatan Percobaan**

#### **Kegiatan 4**

*Kegiatan ini bertujuan untuk memahami pengaruh penggunaan bidang miring dalam memudahkan pekerjaan memindahkan benda.*

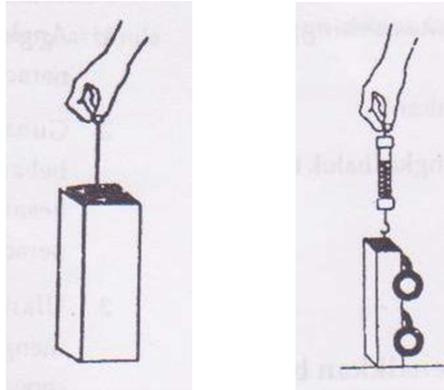
Alat dan bahan:

- Balok
- Bidang

- Standar/kaki
- Alat pengukur gaya (neraca pegas)

Langkah kerja:

1. Angkatlah beban (balok kayu) ke tingkat tertentu. Ukurlah regangan pada neraca pegasnya (gaya yang diperlukan), dengan melihat skala pada neraca pegas.



Balok yang diangkat

Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

2. Gunakan bidang miring untuk mengangkat beban sampai ketinggian tertentu. Ukurlah besar sudut, jarak tempuh, dan skala pada neraca pegas. Catatlah pada Tabel Pengamatan 4.



Balok yang ditarik pada bidang miring

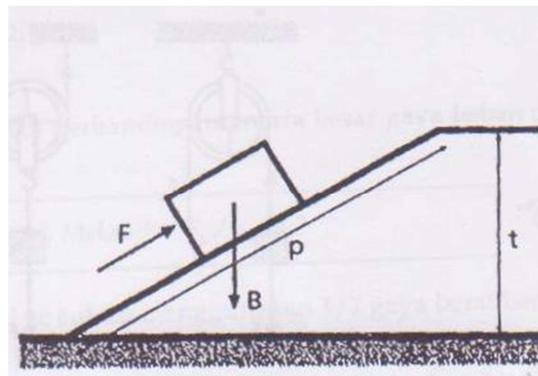
Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

3. Ulangilah percobaan nomor 2 dengan mengubah besar sudut. Lakukan pengukuran seperti pada percobaan nomor 2. Lihatlah hubungan antara gaya, besar sudut, dan jarak berdasarkan data-data yang ditulis pada Tabel Pengamatan 4. Buatlah kesimpulannya!

**Tabel Pengamatan 4**

Besar Sudut	Jarak Tempuh	Skala Neraca

Setelah melaksanakan Kegiatan Percobaan tersebut, Anda akan memahami bahwa besarnya gaya yang diperlukan untuk mengangkat atau memindahkan beban ke ketinggian tertentu dipengaruhi oleh kemiringan dari bidang miring yang digunakan, yang secara tidak langsung bergantung pada panjang bidang sebuah bidang miring. Semakin landai sebuah bidang miring (semakin kecil sudut kemiringannya) yang berarti semakin panjang permukaan bidang miringnya, maka semakin kecil gaya kuasa yang diperlukan untuk memindahkan sebuah beban, atau semakin besar keuntungan mekanisnya. Agar lebih jelas pemahaman kita mengenai penggunaan bidang miring, marilah kita cermati contoh kasus berikut ini dan kenali bagian-bagian pada bidang miring, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21. Bagian-bagian bidang miring

Sumber: Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP

Sebuah kotak dengan berat  $B$  akan dipindahkan ke atas sebuah rak setinggi  $t$  dengan menggunakan sebuah bidang miring yang panjangnya  $p$  dan dengan gaya  $F$ . Bila kita mendorong kotak tersebut dengan gaya  $F$  sepanjang bidang miring yang panjangnya  $p$ , maka kita telah melakukan kerja atau usaha yang besarnya adalah  $F \times p$ . Sedangkan apabila peti seberat  $B$  tersebut diangkat langsung secara tegak, tanpa bantuan bidang miring ke atas sebuah rak setinggi  $t$ , maka kerja atau usaha yang harus dilakukan adalah  $B \times t$ .

Karena ketinggian yang hendak dicapai, yakni tinggi rak adalah tetap (sama), sehingga besar kerja atau usaha atau kerja yang kita lakukan, baik dengan menggunakan

bidang miring maupun tanpa menggunakan bidang miring adalah sama, atau secara matematis dapat dituliskan:

$$F \times p = B \times t$$

atau:

$$F = B \frac{t}{p}$$

Dengan:  $F$  = gaya kuasa yang diperlukan untuk memindahkan beban

$B$  = gaya berat beban

$T$  = ketinggian kemana beban dipindahkan atau perbedaan ketinggian ujung-ujung bidang miring

$P$  = panjang bidang miring

Keuntungan mekanis yang kita peroleh dengan menggunakan bantuan bidang miring adalah:

$$KM = \frac{B}{F} = \frac{p}{t}$$

Contoh Soal:

Sebuah peti yang beratnya 200 newton akan dipindahkan ke sebuah rak yang tingginya 2 meter melalui suatu bidang miring yang panjangnya 4 meter. Berapakah gaya yang diperlukan untuk memindahkan peti tersebut? (asumsikan bidang miring cukup licin sehingga tidak ada gaya gesekan antara peti dan bidang miring) Berapa keuntungan mekanis yang diberikan oleh bidang miring tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui:  $B = 200 \text{ N}$

$t = 2 \text{ m}$

$p = 4 \text{ m}$

Ditanya:  $F = ?$

**Jawab:**

- $F = B \frac{t}{p} = (200 \text{ N}) \frac{2 \text{ m}}{4 \text{ m}} = 100 \text{ N}$

- $KM = \frac{B}{F} = \frac{200}{100} = 2$

atau

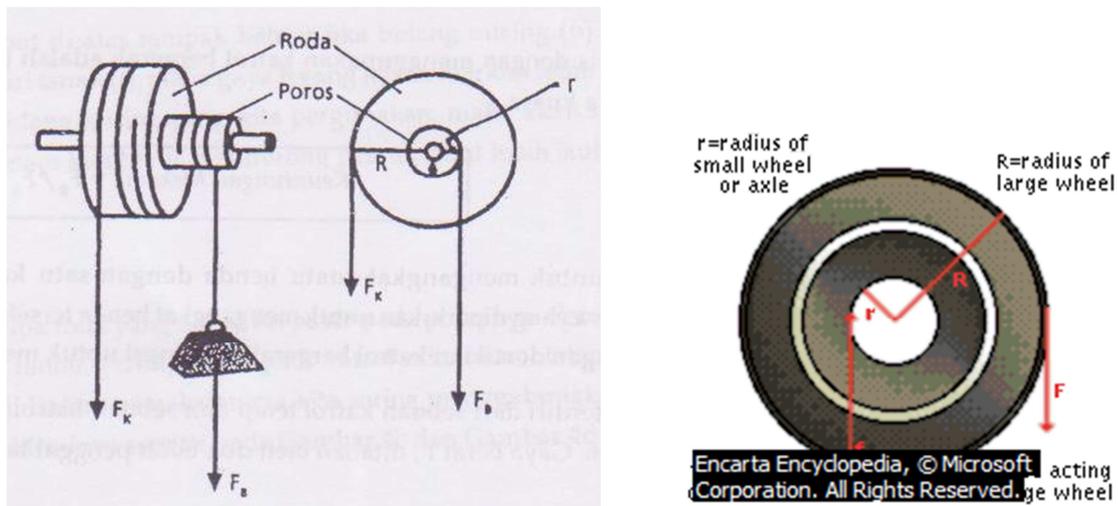
- $KM = \frac{p}{t} = \frac{4}{2} = 2$

Jadi, gaya yang diperlukan untuk memindahkan beban seberat 200 N ke atas rak setinggi 2 meter dengan bantuan sebuah bidang miring sepanjang 4 meter adalah 100 N. Keuntungan mekanis yang diberikan oleh bidang miring adalah 2.

## B. Roda dan Poros

Pernahkah Anda memutar sebuah skrup dengan menggunakan tangan? Ketika pertama kali menancapkannya, mungkin ya, namun untuk mengencangkannya biasanya digunakan sebuah obeng. Mengapa dengan menggunakan obeng, kita bisa lebih mudah mengencangkan sebuah skrup yang sudah tertancap? Disadari atau tidak, kita memperoleh suatu keuntungan mekanis dari penggunaan salah satu pesawat sederhana: roda dan poros. Ya, obeng merupakan salah satu contoh dari pesawat sederhana roda dan poros. Apa itu roda dan poros?

Roda dan poros merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang terdiri dari dua buah silinder dengan jari-jari yang berbeda dan bergabung di pusatnya. Silinder berjari-jari besar dinamakan roda dan silinder berjari-jari kecil dinamakan poros (Gambar 5.22).



Gambar 5.22. Roda dan poros

Sumber: Sumber: Buku IPA Guru Kelas 5 SEQIP; Microsoft Encarta Premium 2009

Roda dan poros bekerja dengan cara mengubah besar dan arah gaya yang digunakan untuk memindahkan (dalam hal ini, memutar) sebuah benda. Contoh penerapan roda dan poros dalam kehidupan diantaranya pemutar keran air, pegangan pintu yang bulat, obeng, roda pada kendaraan, setir kendaraan, alat serutan pensil, bor tangan, dan sejenisnya.



Encarta Encyclopedi, Dorling Kindersley

Gambar 5.23. Contoh pemanfaatan roda dan poros

Sumber: Contextual Teaching and Learning IPA SMP Depdiknas; IPA untuk SD dan MI Kelas V Depdiknas; Microsoft Encarta Premium 2009

Marilah kita perhatikan kembali Gambar 5.22 bagian kiri. Jika gaya berat  $F_b$  akan diangkat menggunakan roda berporos, dimana jari-jari roda adalah  $R$  dan porosnya  $r$ , dengan cara menarik tali dengan gaya kuasa sebesar  $F_k$ , maka berlaku persamaan:

$$F_b \cdot r = F_k \cdot R$$

sehingga keuntungan mekanis penggunaan roda dan poros adalah:

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

Oleh karena  $R$  biasanya lebih besar dari  $r$  ( $R > r$ ), maka gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat beban lebih kecil daripada gaya berat beban. Dengan demikian, roda dan poros memiliki fungsi melipatgandakan gaya kuasa, dimana besarnya bergantung pada perbandingan jari-jari roda dan porosnya.

Contoh soal:

Seseorang bermaksud untuk melubangi kayu dengan menggunakan sebuah bor tangan. Bila jari-jari mata bor adalah 1 cm dan radius putar gagang bor tersebut adalah 10 cm, berapa keuntungan mekanis yang ia peroleh ketika melubangi kayu tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: jari-jari mata bor ( $r$ ) = 1 cm

Radius putar gagang bor ( $R$ ) = 10 cm

Ditanyakan: keuntungan mekanis (KM) = ?

**Jawab:**

$$KM = \frac{F_b}{F_k} = \frac{R}{r}$$
$$= \frac{10 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 10$$

*Jadi, keuntungan mekanis dari penggunaan bor tangan ketika digunakan melubangi kayu adalah 10 kali lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan bor tangan.*

## LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1. Seseorang hendak memindahkan balok dari lantai ke atas bak sebuah truk dengan menggunakan sebuah bidang miring. Bila berat balok tersebut adalah 450 N dan tinggi bak truk dari lantai adalah 1,4 meter, berapakah panjang bidang miring yang diperlukan agar balok itu dapat dipindahkan dengan memberikan gaya sebesar 200 N?
2. Sebuah truk memiliki diameter setir sebesar 45 cm. Bila diameter poros setirnya adalah 5 cm, berapakah keuntungan mekanis yang diperoleh sopir truk ketika memutar roda setirnya?

## RANGKUMAN

Bidang miring merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang terdiri dari sebidang benda yang diposisikan miring yang dapat memperkecil usaha yang dibutuhkan untuk memindahkan benda ke tempat yang lebih tinggi. Penggunaan bidang miring lebih dikarenakan untuk memindahkan benda ke tempat yang lebih tinggi dengan gaya yang lebih kecil, sehingga memudahkan pekerjaan. Keuntungan mekanis dari bidang miring merupakan perbandingan antara jarak lintasan (panjang bidang miring) dengan ketinggian perpindahan benda secara vertikal.

Roda dan poros merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang terdiri dari sebuah benda melingkar (roda) dengan sebuah batang (poros) yang berputar bersama dan terikat pada pusat roda. Roda dan poros bekerja dengan cara mengubah besar dan arah gaya

yang digunakan untuk memindahkan (yang dalam hal ini, memutar) sebuah benda. Keuntungan mekanis dari roda dan poros merupakan perbandingan antara jari-jari roda dengan jari-jari porosnya.

## TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Bidang miring merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang bekerja dengan cara ...
  - A. memperbesar gaya kuasa
  - B. mengurangi ketinggian
  - C. menambah panjang lintasan
  - D. menambah berat benda
2. Berikut ini merupakan contoh penerapan bidang miring dalam kehidupan sehari-hari, kecuali...
  - A. anak tangga
  - B. setir mobil
  - C. bor tangan
  - D. pahat
3. Keuntungan mekanis pemanfaatan bidang miring dinyatakan sebagai perbandingan antara....
  - A. panjang lintasan bidang miring terhadap ketinggian
  - B. panjang lintasan bidang miring terhadap gaya kuasa
  - C. gaya kuasa terhadap ketinggian
  - D. gaya kuasa terhadap panjang lintasan
4. Seseorang hendak memindahkan sebuah balok dengan berat 500 N ke sebuah rak yang tingginya satu meter. Dia mempunyai sebidang papan yang panjangnya 2 m. Bila papan tersebut diperlakukan sebagai bidang miring, berapakah gaya yang diperlukan orang tersebut untuk memindahkan balok?
  - A. 500 N
  - B. 250 N
  - C. 100 N
  - D. 50 N

5. Seorang anak bermaksud naik ke lantai 2 rumahnya dengan mendaki anak tangga. Bila panjang tangga rumahnya adalah 4 meter dan keuntungan mekanis dari tangga tersebut adalah 1,5 kali, maka tinggi lantai 2 rumah anak tersebut diukur dari permukaan tanah adalah sekitar...
- A. 2,1 m
  - B. 2,3 m
  - C. 2,5 m
  - D. 2,7 m
6. Pemanfaatan roda dan poros dalam mobil adalah ...
- I. Tempat duduk
  - II. Setir mobil
  - III. Bumper penahan benturan
  - IV. Gigi-gigi persneling
- Jawaban yang paling tepat adalah...
- A. I dan II
  - B. I dan III
  - C. I dan IV
  - D. II dan IV
7. Sebuah roda setir sebuah mobil memiliki diameter 40 cm, sedangkan porosnya berdiameter 5 cm. Berapakah keuntungan mekanis dari roda dan poros tersebut?
- a. 1
  - b. 2
  - c. 4
  - d. 8

## **BALIKAN DAN TINDAK LANJUT**

Cocokkan hasil jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir bahan belajar mandiri ini. Hitunglah jawaban Anda yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti Tingkat Penguasaan :

90% - 100% = Baik Sekali

80% - 89% = Baik

70% - 79% = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila Anda mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda telah berhasil menyelesaikan bahan belajar mandiri Kegiatan Belajar 2 ini. **Bagus!** Akan tetapi apabila tingkat penguasaan Anda masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

# KUNCI JAWABAN TES FORMATIF

## *Tes Formatif 1*

1. B, bagian pengungkit yang diberi gaya kuasa dinamakan titik kuasa.
2. C, tali, karena benda yang dapat dijadikan pengungkit harus berupa batang yang keras.
3. B, salah satu contoh pesawat sederhana adalah gerobak pasir, disamping pembuka botol, pemecah kemiri, dan pemotong kertas.
4. B, susunan titik pada pengungkit jenis kedua adalah titik tumpu, titik beban, dan titik kuasa (T – B – K).
5. A, susunan titik pada pengungkit jenis ketiga adalah titik beban, titik kuasa, dan titik tumpu (B – K – T).
6. A, karena panjang lengan kuasa adalah 2 kali panjang lengan beban, maka gaya yang diperlukan untuk mengangkat beban sebesar  $\frac{1}{2}$  berat bebannya.
7. B, keuntungan mekanis sistem ini merupakan perbandingan antara panjang lengan kuasa dan lengan beban, yaitu 2.
8. C, katrol tetap bekerja dengan cara mengubah arah gaya, yaitu membalikkan gaya usaha yang diperlukan, yang asalnya arahnya ke atas menjadi ke bawah.
9. B, gaya yang diperlukan untuk menangkat seember air menggunakan sebuah katrol bebas (bergerak) adalah setengah ( $\frac{1}{2}$ ) dari gaya berat seember air.
10. A, pada gambar tersebut tampak bahwa beban ditopang oleh 6 buah tali, sehingga gaya yang diperlukan untuk mengangkat bebannya sebesar  $\frac{1}{6}$  gaya berat beban.

## *Tes Formatif 2*

1. C, bidang miring bekerja memperkecil gaya kuasa yang diperlukan untuk memindahkan benda dengan cara menambah panjang lintasan bidang miring.
2. B, contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari adalah anak tangga, bor tangan, dan pahat (baji).
3. A, keuntungan mekanis penggunaan bidang miring merupakan perbandingan antara gaya berat beban terhadap gaya kuasa (B/F) atau panjang lintasan bidang miring terhadap beda ketinggian ujung-ujung bidang miring (p/t).
4. B, gaya yang diperlukan adalah  $F = B \frac{t}{p} = 500 N \frac{1 m}{2 m} = 250 N$

5. D, tinggi lantai 2 rumah diukur dari lantai dasar adalah  $KM = \frac{p}{t}$  atau

$$t = \frac{p}{KM} = \frac{4 \text{ m}}{1,5} \cong 2,7 \text{ m}$$

6. D, pemanfaatan roda dan poros pada mobil adalah pada setir mobil (diameter setir dan batang setir) dan susunan gigi-gigi transmisi (diameter gigi transmisi dan poros gigi transmisi)

7. D, keuntungan mekanis penggunaan roda setir adalah  $KM = \frac{R}{r} = \frac{40 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 8$

## GLOSARIUM

- Baji** : sebuah benda mirip kapak yang digunakan untuk membelah kayu atau batu.
- Bidang miring** : Sebuah pesawat sederhana yang terdiri dari sebidang benda yang diposisikan miring yang dapat memperkecil gaya yang dibutuhkan untuk memindahkan benda ke tempat yang lebih tinggi.
- Crane** : alat untuk mengangkat benda-benda besar yang bekerja berdasarkan prinsip kerja katrol; umumnya digunakan dalam pekerjaan konstruksi.
- Katrol** : Sebuah pesawat sederhana yang terdiri dari sebuah roda atau piringan beralur dan tali atau kabel yang mengelilingi alur roda atau piringan tersebut.
- Keuntungan mekanis** : Suatu nilai yang menyatakan seberapa besar pesawat sederhana memudahkan pekerjaan dengan memperkecil gaya kuasa yang diperlukan.
- Pengungkit** : Sebuah pesawat sederhana yang terdiri dari sebuah batang kaku yang berrotasi di sekitar titik tetap yang dinamakan titik tumpu.
- Roda dan poros** : Sebuah pesawat sederhana yang terdiri dari sebuah benda melingkar yang dinamakan roda dengan sebuah batang yang dinamakan poros yang berputar bersama dan terikat pada pusat roda.

- Shadoof* : Sebuah pengungkit penyeimbang (*counterbalance*) yang digunakan untuk irigasi atau pengairan, yaitu dengan cara mengangkat air dari sungai Nile ke tanah-tanah pertanian. Digunakan oleh orang Mesir kuno, dan masih digunakan hingga sekarang.
- Titik Beban : Bagian pada pengungkit dimana beban ditempatkan/diletakkan.
- Titik Kuasa : Bagian pada pengungkit yang diberikan gaya kuasa.
- Titik Tumpu : Bagian pada pengungkit yang menjadi posisi tumpuan atau Penyangga

## DAFTAR PUSTAKA

- Halliday, D., & R. Resnick (1997). *Physics*. Terjemahan: Patur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.
- Microsoft Encarta Premium 2009
- Pratiwi P, R., dkk. (2008). *Contextual Teaching and Learning Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII Edisi 4*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.
- Sulistiyanto, H & Edi Wiyono (2008). *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SD/MI Kelas V*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas.
- Tim SEQIP. (2007). *Buku IPA Guru Kelas 5*. Jakarta: Dirjen Dikdasmen Depdiknas.
- Tipler, P.A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.