

B. Pesawat Sederhana

Ayo, Kita Pelajari



- Jenis-jenis pesawat sederhana
- Prinsip kerja pesawat sederhana pada sistem gerak manusia



Istilah Penting

- Pesawat sederhana
- Katrol
- Roda berporos
- Bidang miring
- Pengungkit jenis pertama
- Pengungkit jenis kedua
- Pengungkit jenis ketiga

Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantu kamu memahami konsep pesawat sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari serta dalam sistem gerak manusia.

Pada saat kita melakukan aktivitas, kita selalu berupaya agar dapat melakukan usaha dengan mudah. Oleh karena itu, kita menggunakan alat bantu (pesawat sederhana) untuk membantu melakukan aktivitas. Agar kamu dapat memahami pentingnya pesawat sederhana bagi kehidupan sehari-hari, ayo diskusikan beberapa aktivitas berikut.



Ayo, Kita Diskusikan

Lakukan pengamatan terhadap berbagai macam aktivitas yang sering dilakukan oleh orang-orang di sekitarmu! Menurut pendapatmu, aktivitas-aktivitas tersebut lebih mudah dilakukan dengan menggunakan alat bantu atau dengan tangan saja?

Tabel 2.2 Kegiatan Sehari-hari dan Pesawat Sederhana yang Digunakan sebagai Alat Bantu

No	Jenis Kegiatan	Alat Bantu yang Digunakan
1	Memotong kertas	Alat pemotong kertas
2	Menggunting rumput	Gunting
3	Memotong daging	
4	Mencabut paku	Catut
5	Mengerek bendera	
6	dan seterusnya hingga 10 jenis aktivitas	

Berdasarkan hasil diskusi yang telah kamu lakukan, dapat diketahui bahwa manfaat dari pesawat sederhana adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia. Berikut ini akan dibahas beberapa jenis pesawat sederhana yang ada di sekitarmu. Selain itu, akan dijelaskan pula keuntungan mekanis dari penggunaan pesawat sederhana.

1. Jenis-Jenis Pesawat Sederhana

a. Katrol

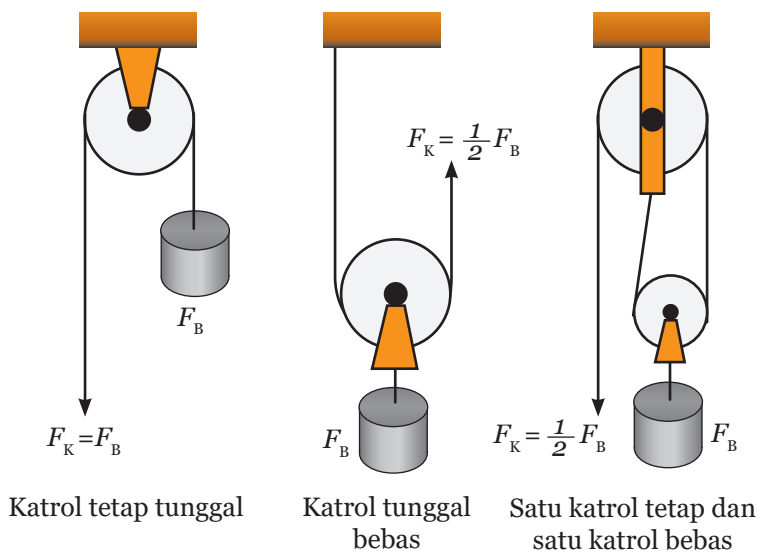
Tahukah kamu bagaimana seseorang dapat mengambil air dari sumur yang dalam dengan menggunakan timba (Gambar 2.1). Ini karena orang tersebut memanfaatkan katrol tetap yang berfungsi untuk mengubah arah gaya. Jika tali yang terhubung pada katrol ditarik ke bawah, maka secara otomatis timba yang berisi air akan terkerek ke atas. Keuntungan mekanis katrol tetap sama dengan 1. Karena pada katrol tetap tunggal, gaya kuasa yang digunakan untuk menarik beban sama dengan gaya beban.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.1 Katrol Tetap Tunggal

Berbeda dengan katrol tetap, kedudukan katrol bebas berubah dan tidak dipasang di tempat tertentu. Perhatikan Gambar 2.2!

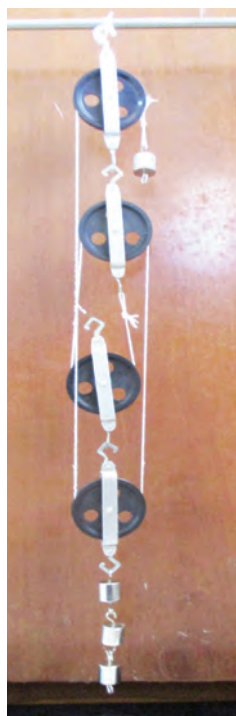


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.2 Beberapa Jenis Katrol

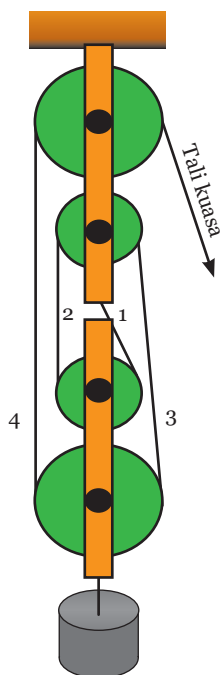
dengan:
 F_B : gaya beban
 F_K : gaya kuasa

Katrol bebas berfungsi untuk melipatkan gaya, sehingga gaya pada kuasa yang diberikan untuk mengangkat benda menjadi lebih kecil daripada gaya beban. Katrol jenis ini biasanya ditemukan di pelabuhan yang digunakan untuk mengangkat peti kemas. Keuntungan mekanis dari katrol bebas lebih besar dari 1. Pada kenyataannya nilai keuntungan mekanis dari katrol bebas tunggal adalah 2. Hal ini berarti bahwa gaya kuasa 1 N akan mengangkat beban 2 N.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.3 Katrol Majemuk



Agar gaya kuasa yang diberikan pada benda semakin kecil, maka diperlukan katrol majemuk. Katrol majemuk merupakan gabungan dari katrol tetap dan katrol bebas yang dirangkai menjadi satu sistem yang terpadu. Katrol majemuk biasa digunakan dalam bidang industri untuk mengangkat benda-benda yang berat. Keuntungan mekanis dari katrol majemuk sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban. Misalnya seperti pada Gambar 2.3, gaya kuasa pada katrol majemuk tersebut adalah 4, karena jumlah tali yang mengangkat beban ada 4 (tali kuasa tidak diperhitungkan). Tahukah kamu, kerugian apakah yang terjadi pada penggunaan katrol majemuk? Coba diskusikan dengan teman-temanmu!



Ayo, Kita Pahami

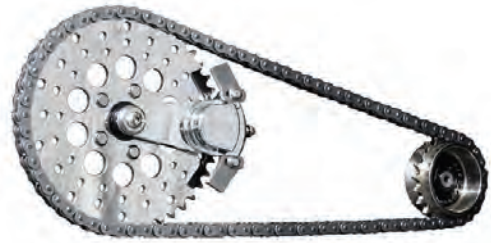
Keuntungan mekanis (KM) adalah bilangan yang menunjukkan berapa kali pesawat sederhana menggandakan gaya. Dapatkah kamu menghitungnya? Caranya dengan menghitung besar perbandingan gaya beban dengan gaya kuasa yang diberikan pada benda. Berikut adalah persamaan matematisnya:

$$KM = \frac{\text{Gaya Beban}}{\text{Gaya Kuasa}} = \frac{F_B}{F_K}$$

Tidak semua pesawat sederhana dapat menggandakan gaya. Contohnya adalah katrol tetap tunggal. Katrol ini hanya berfungsi untuk mengubah arah gaya. Oleh karena itu, pada katrol tetap tunggal hanya memiliki keuntungan mekanis sebesar 1. Hal ini disebabkan besarnya gaya kuasa sama dengan gaya beban.

b. Roda Berporos

Kamu tentunya sudah tidak asing lagi dengan sepeda, bahkan sebagian besar di antara kamu pasti pernah menggunakannya. Roda gigi (*gear*) dan ban pada sepeda adalah salah satu contoh pesawat sederhana yang tergolong roda berporos. Roda gigi berfungsi sebagai pusat pengatur gerak roda sepeda yang terhubung langsung dengan roda sepeda, sedangkan roda sepeda menerapkan prinsip roda berporos untuk mempercepat gaya saat melakukan perjalanan. Gambar 2.4 menunjukkan roda gigi pada sepeda motor sebagai contoh roda berporos. Selain roda sepeda, contoh penerapan pesawat sederhana jenis roda berporos adalah pada kursi roda, mobil, dan sepatu roda.



Sumber: www.billetboard.com

Gambar 2.4 Contoh Roda Berporos: Roda Gigi pada Sepeda Motor

c. Bidang Miring

Bidang miring merupakan bidang datar yang diletakkan miring atau membentuk sudut tertentu sehingga dapat memperkecil gaya kuasa. Contoh penerapan bidang miring adalah tangga, sekrup, dan pisau.

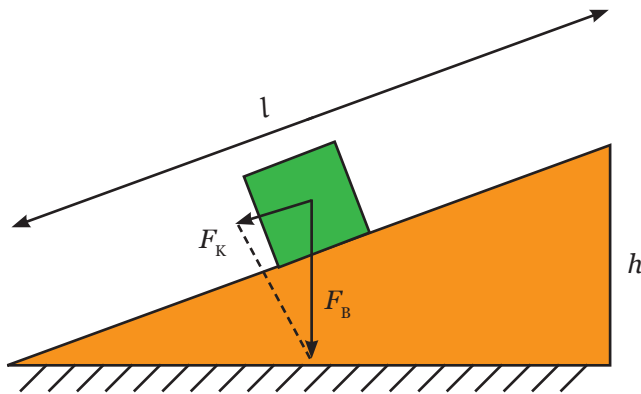


Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.5 Contoh Bidang Miring: Sekrup

Perhatikan Gambar 2.6! Keuntungan mekanis bidang miring dapat dihitung sebagai berikut.

$$KM = \frac{\text{Gaya Beban } (F_B)}{\text{Gaya Kuasa } (F_K)}$$



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.6 Benda di Bidang Miring

Karena segi tiga yang besar sebangun dengan segitga yang kecil, maka

$$\frac{F_B}{F_K} = \frac{l}{h}$$

sehingga, $KM_{\text{bidang miring}} = \frac{l}{h}$

dengan:

KM = keuntungan mekanis

F_B = gaya beban

F_K = gaya kuasa

l = panjang bidang miring

h = tinggi bidang miring



Ayo, Kita Lakukan

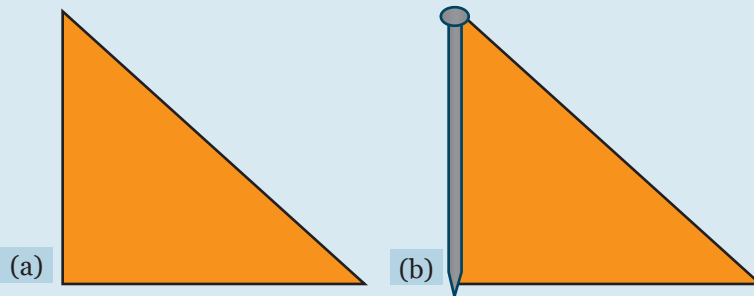
Aktivitas 2.1 Membuktikan Bahwa Sekrup adalah Salah Satu Contoh Bidang Miring

Apa yang kamu perlukan?

1. Paku besar
2. Kertas berbentuk segitiga siku-siku

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Meletakkan paku besar di atas kertas segitiga (Perhatikan Gambar 2.7!)
2. Gulunglah paku tersebut hingga mencapai ujung kertas! Amati bentuk kertas pada bagian sisi gulungan!



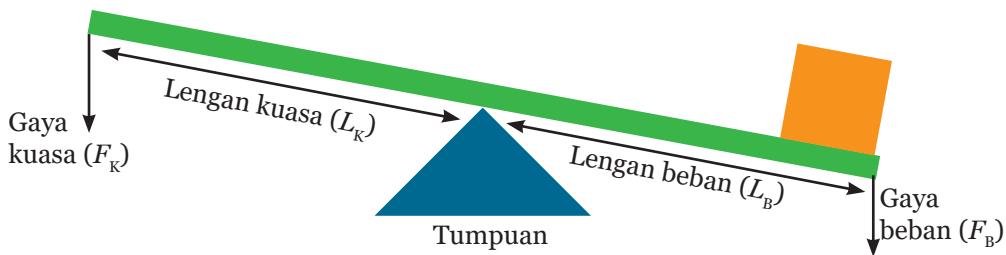
Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.7 (a) Kertas Berbentuk Segitiga, (b) Posisi Kertas dan Paku

3. Berdasarkan hasil pengamatanmu, buatlah kesimpulan yang berkaitan dengan penerapan bidang miring!

d. Pengungkit

Pengungkit merupakan salah satu jenis pesawat sederhana yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh alat-alat yang merupakan pengungkit antara lain gunting, linggis, jungkat-jungkit, pembuka botol, pemecah biji kenari, sekop, koper, pinset, dan sebagainya. Tabel 2.3 menunjukkan berbagai jenis pengungkit yang dikelompokkan berdasarkan variasi letak titik tumpu, lengan kuasa, dan lengan beban.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.8 Posisi Lengan Kuasa dan Lengan Beban

Pengungkit dapat memudahkan usaha dengan cara menggandakan gaya kuasa dan mengubah arah gaya. Agar kita dapat mengetahui besar gaya yang dilipatgandakan oleh pengungkit maka kita harus menghitung keuntungan mekanisnya. Cara menghitung keuntungan mekanisnya adalah dengan membagi panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban. 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. Agar kamu mudah memahaminya, perhatikan Gambar 2.8!

Karena syarat kesetimbangan tuas adalah $F_B \times L_B = F_K \times L_K$

dan $KM = \frac{F_B}{F_K}$, maka $KM_{\text{tuas}} = \frac{L_K}{L_B}$

dengan :

KM = keuntungan mekanis

F_B = gaya beban

F_K = gaya kuasa

L_K = lengan kuasa

L_B = lengan beban

Tabel 2.3 Jenis Pengungkit yang Dikelompokkan Berdasarkan Letak Titik Tumpu, Lengan Kuasa, dan Lengan Beban

Jenis Pengungkit	Penerapan dalam Kehidupan	Konsep Pengungkit
Jenis Pertama		

Jenis Pengungkit	Penerapan dalam Kehidupan	Konsep Pengungkit
Jenis Kedua		
Jenis Ketiga		

Sumber: Dok. Kemdikbud



Ayo, Kita Diskusikan

Menurut kamu, apakah pengungkit jenis ketiga dapat membuat gaya kuasa yang digunakan untuk mengangkat beban menjadi lebih kecil dari gaya bebannya? Jelaskan!



Ayo, Kita Pikirkan!

Beni dan ayahnya sedang bermain jungkat-jungkit di taman kota. Ketika tumpuan berada di tengah-tengah jungkat-jungkit, Beni tidak dapat mengangkat ayahnya. Bagaimanakah caranya agar Beni dan ayahnya dapat berjungkat-jungkit?



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.2 Mengidentifikasi Syarat Keseimbangan Pengungkit

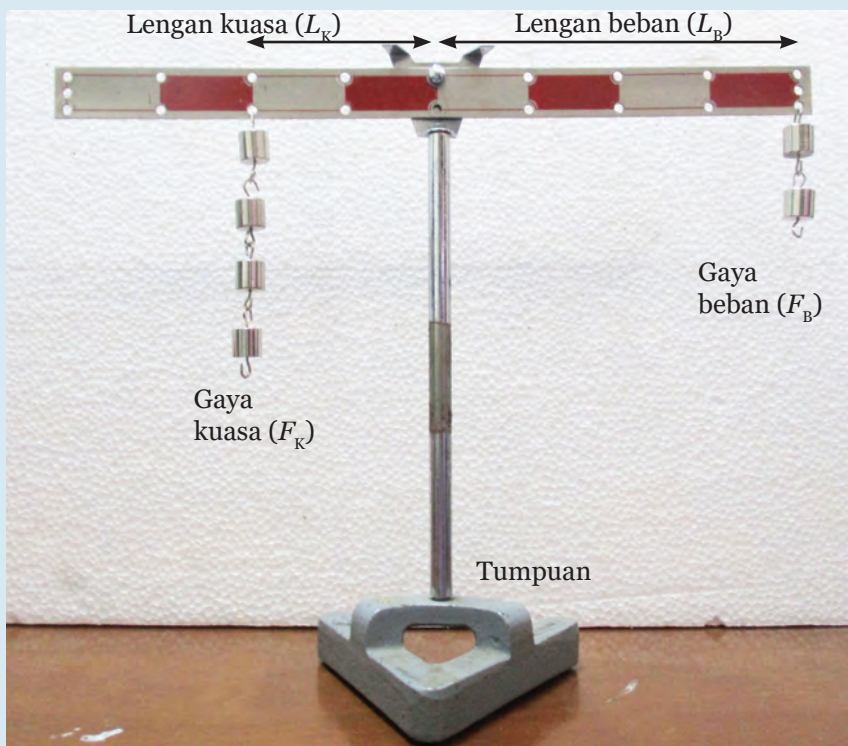
Jika terdapat dua orang yang memiliki berat badan berbeda, yaitu gemuk dan kurus ingin bermain jungkat-jungkit, di manakah posisi yang dapat diduduki orang yang gemuk jika orang yang kurus duduk di ujung kiri? Coba jawab pertanyaan ini dengan bantuan kegiatan berikut.

Apa yang kamu perlukan?

Set percobaan pengungkit seperti pada Gambar 2.9.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Susunlah set percobaan seperti pada Gambar 2.9.



Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.9 Set Percobaan Keseimbangan Pengungkit

2. Tentukan sisi yang bertindak sebagai kuasa dan bertindak sebagai beban.
3. Gantungkan beban gantung pada sisi beban dan beban gantung lain pada sisi kuasa.
4. Aturlah jaraknya antara beban dan kuasa hingga posisinya seimbang.
5. Lakukan langkah 2-4 sebanyak 5 kali dengan menambah berat beban (F_b), tetapi letak beban (L_b) dan berat kuasa (F_k) tetap. Amati dan catat datanya pada Tabel 2.4!

Tabel 2.4 Data Hasil Pengamatan Syarat Keseimbangan Pengungkit

No	L_b (N)	L_b (m)	F_k (N)	L_k (m)	$F_b \times L_b$ (J)	$F_k \times L_k$ (J)
1						
2						
3						
4						
5						

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan yang kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.3 Mengidentifikasi Pesawat Sederhana yang Ada di Rumah

Apa yang kamu perlukan?

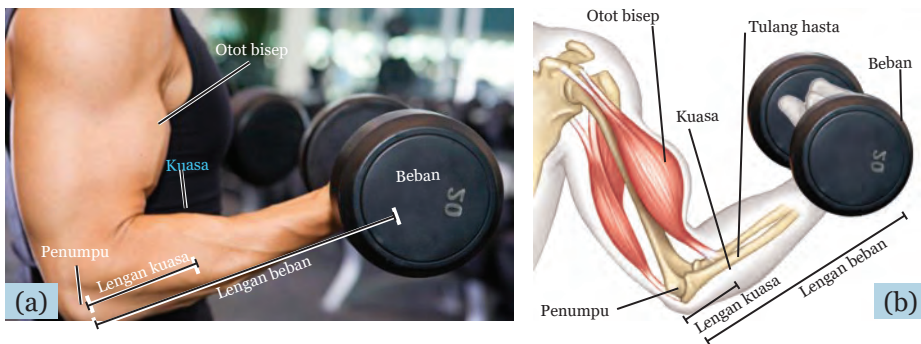
Buku IPA dan alat tulis.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Identifikasilah minimal 10 macam alat-alat yang termasuk pesawat sederhana yang ada di rumahmu.
2. Catatlah hasilnya di bukumu!

2. Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Sistem Gerak Manusia

Selain pada peralatan yang biasa kamu gunakan pada kehidupan sehari-hari tersebut, prinsip pesawat sederhana juga ada yang berlaku pada struktur otot dan rangka manusia. Pada saat mengangkat barbel telapak tangan yang menggenggam barbel berperan sebagai gaya beban, titik tumpu berada pada siku (sendi di antara lengan atas dan lengan bawah), dan kuasanya adalah lengan bawah. Titik tumpu berada di antara lengan beban dan kuasa, oleh karena itu lengan disebut sebagai pesawat sederhana pengungkit jenis ketiga.



Sumber: Dok.Kemdikbud

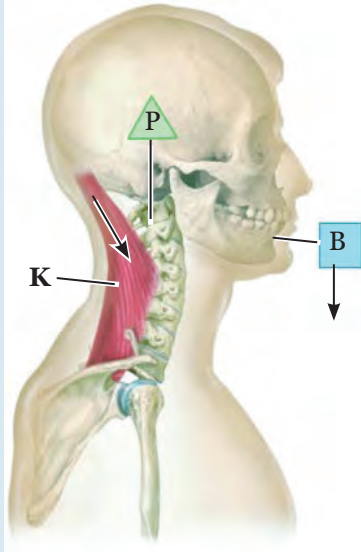
Gambar 2.10 (a) Seseorang Mengangkat Barbel, (b) Posisi Lengan Kuasa, Lengan Beban, dan Penumpu pada Tangan Saat Mengangkat Barbel



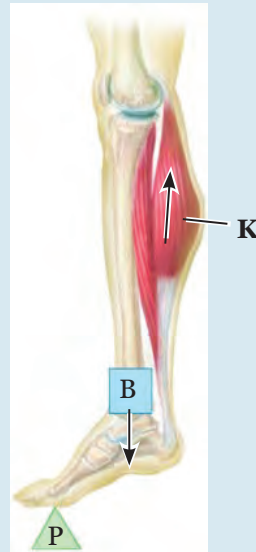
Ayo, Kita Diskusikan

Dengan menggunakan prinsip kerja pesawat sederhana, coba kamu tuliskan penjelasan untuk contoh kasus 1 dan kasus 2 penerapan prinsip pesawat sederhana pada struktur otot dan rangka manusia saat melakukan suatu aktivitas!

Kasus 1 Menengadahkan Kepala



Kasus 2 Kaki Jinjit



Keterangan:
K : titik kuasa
P : titik tumpu
B : titik beban

Sumber: Tortora & Derrickson, 2008

Gambar 2.11 Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Kegiatan Tubuh Manusia

Selain pada kegiatan mengangkat barbel, jinjit, berdiri, dan menunduk, prinsip pengungkit juga dapat digunakan untuk menganalisis pola gerak tubuh pada saat bermain bulutangkis seperti pada Gambar 2.12!



PENGUNGKIT JENIS I

Titik tumpu berada di antara kuasa beban. Hal ini terjadi ketika pemain bulutangkis menggunakan otot leher untuk menengadahkan kepalanya



PENGUNGKIT JENIS III

Kuasa terletak di antara titik tumpu dan beban. Kondisi ini terjadi ketika pemain bulutangkis menegangkan otot lengan dan bahu



PENGUNGKIT JENIS II

Beban berada di antara titik tumpu dan kuasa. Kondisi ini terjadi ketika otot betis pemain bulutangkis mengangkat beban tubuhnya dengan bertumpu pada jari kakinya

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.12 Prinsip Kerja Pesawat Sederhana pada Saat Bermain Bulutangkis