

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016

MATA PELAJARAN IPA

BAB VII

GERAK PADA MAKHLUK HIDUP DAN TAK HIDUP



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

2016

BAB VII

GERAK PADA MAKHLUK HIDUP DAN TAK HIDUP



Sumber: www.zonasiswa.com

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Memahami gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, serta penerapannya pada gerak makhluk hidup dan gerak benda dalam kehidupan sehari-hari
2. Memahami tekanan pada zat cair dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari untuk menjelaskan tekanan darah, difusi pada peristiwa respirasi, dan tekanan osmosis
3. Mendeskripsikan kegunaan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari dan hubungannya dengan kerja otot pada struktur rangka manusia.

A. HUKUM NEWTON TENTANG GERAK

1. Hukum I Newton

Hukum I : Setiap benda akan terus dalam keadaan diam, atau terus bergerak lurus dengan kecepatan seragam kecuali jika ada gaya neto yang bekerja padanya.

$$\sum F = 0$$

Hukum I Newton juga dikenal dengan hukum kelembaman karena sifat dari sebuah benda yang cenderung mempertahankan keadaan diamnya, atau kecepatan seragamnya di sepanjang garis yang lurus. Arah gerakan benda akan sama dengan arah gaya yang diberikan

sehinggagaya digambarkan sebagai suatu besaran vektor. Besar dan arah gaya dapat digambarkan dengan suatu panah.

Aplikasi dari hukum I Newton ini adalah Anda akan terdorong ke depan ketika mobil yang sedang dikendarai berhenti mendadak. Mobil berhenti tetapi badan tetap bergerak searah dengan mobil. Hal ini yang menyebabkan banyak orang cedera leher serius karena kepala tidak tertahan dan terlempar ke depan dan ke belakang dengan cepat. Oleh karena itu pabrik mobil sudah memperkenalkan kantung udara untuk memberikan tahanan tambahan saat terjadi tabrakan.

2. Hukum II Newton

Pada hukum I Newton diketahui bahwa jika tidak ada gaya neto yang bekerja pada sebuah bendayang diam, maka benda itu akan terus diam atau jika benda itu sedang bergerak maka akan terus bergerak dengan kelajuan konstan. Lalu bagaiman jika pada sebuah benda dikerahkan sebuah gaya neto untuk membuat benda itu bergerak? Gaya neto yang dikerahkan pada sebuah benda akan menyebabkan benda mengalami pertambahan kecepatan. Pertambahan kecepatan secara terarur disebut dengan percepatan. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa gaya neto menyebabkan percepatan. Bagaimana hubungan antara gaya dengan percepatan?

Bayangkan Anda sedang mendorong sebuah meja. Ketika Anda menambah gaya dorong Anda pada meja apakah meja akan bergerak lebih cepat? Jawabannya tentu ya. Hal ini menunjukkan bahwa gaya dan percepatan memiliki hubungan yaitu berbanding lurus. Lalu bagaimana jika Anda memberikan besar gaya dorong yang sama pada meja kecil dan meja besar, apakah pergerakan kedua meja tersebut akan sama? Jawabannya tentu tidak. Meja yang lebih besar akan bergerak lebih lambat dibandingkan meja kecil. Faktor yang mempengaruhi kejadian ini adalah massa benda. Fakta-fakta tersebut dikenal dengan Hukum

II Newton. Hukum II : Percepatan Sebuah Benda berbanding lurus dengan gaya neto yang bekerja padanya, dan berbanding terbalik dengan massanya. Arah percepatan adalah searah dengan gaya neto yang bekerja pada benda.

$$\Sigma F = ma$$

Dalam satuan SI, massa dinyatakan dalam kilogram, percepatan dalam m/s^2 , dan gaya dinyatakan dalam newton (N). satu newton adalah gaya yang diperlukan untuk menimbulkan percepatan sebesar $1 m/s^2$, pada benda bermassa 1 kg.

3. Hukum III Newton

Gaya yang dikerahkan pada benda apapun selalu dikerahkan oleh benda lainnya. Setiap ada aksi maka akan ada reaksi. Ini dikenal dengan hukum III Newton.

Hukum III : Bila sebuah benda mengerahkan gaya pada benda kedua, benda kedua ini akan mengerahkan gaya yang sama besarnya namun berlawanan arah pada benda pertama.

$$F_{aksi} = - F_{reaksi}$$

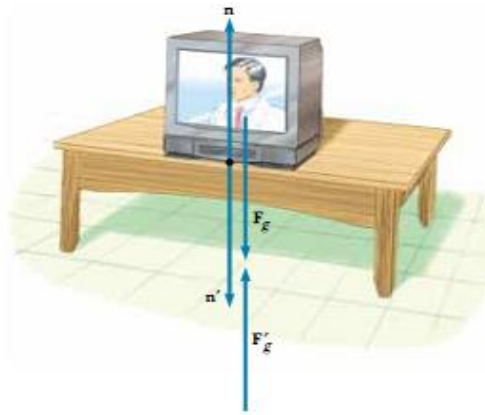
B. GAYA GRAVITASI DAN GAYA GESEK

1. Gaya Gravitasi

Semua benda yang jatuh dekat dengan permukaan bumi maka benda tersebut akan bergerak jatuh dengan percepatan yang sama yaitu percepatan gravitasi g . Gaya yang menyebabkan percepatan ini disebut gaya gravitasi. Yang mengerahkan gaya gravitasi ini adalah bumi. Gaya gravitasi dapat dituliskan sebagai berikut.

$$F_g = mg$$

Arah gaya menuju ke pusat bumi. Besar gaya gravitasi sering disebut dengan berat benda tersebut. Nilai g adalah $9,8 m/s^2$. Untuk sebuah benda yang diam di atas sebuah meja, meja mengerahkan gaya ini ke atas. Meja tertekan di bawah benda dan karena elastisitasnya meja mendorong benda ke arah atas. Gaya yang dikerahkan pada meja disebut dengan gaya kontak. bila sebuah gaya kontak yang bekerja adalah tegak lurus terhadap permukaan di mana persentuhan terjadi maka gaya ini adalah gaya normal.



Gambar 7.1 Ketika sebuah benda dalam hal ini televisi berada dalam keadaan diam di atas meja, gaya aksi pada TV adalah normal dan gaya gravitasi F_g , reaksi terhadap n adalah gaya n' dari TV terhadap meja. Reaksi terhadap F_g adalah gaya F_g' dari TV terhadap bumi.

2. Gaya Gesek

Bisakah Anda berjalan di lantai yang licin? Jawabannya tidak bisa. Nah lalu Apa yang membuat Anda dapat berjalan di lantai atau berdiri tegak di atas lantai? Faktor utama yang membuat kita bisa berjalan di atas lantai atau berdiri di atas lantai adalah karena adanya suatu *gesekan*. Arah gesekan selalu berlawanan dengan arah gaya yang bekerja, misalnya kita berjalan maju maka gaya gesek antara alas kaki dengan lantai mengarah ke belakang. Besarnya gaya gesek dipengaruhi oleh jenis permukaan bidang sentuh. Apakah bidang tersebut kasar atau licin akan sangat mempengaruhi besar gaya gesek. Semakin kasar, maka gaya gesek akan semakin besar.

Gaya gesek sendiri terbagi dua yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. Ketika Anda berjalan, maka terjadi gaya gesek antara sandal/sepatu Anda dengan lantai, gaya gesek yang berkerja pada saat itu adalah gaya gesek statis. Namun, ketika Anda terpeleset, maka terjadi gaya gesek kinetik antara sandal Anda dengan lantai.

Gaya gesek statis	$F_s = \mu_s F_N$
-------------------	-------------------

Gaya Gesek Kinetis	$F_k = \mu_k F_N$
--------------------	-------------------

Dimana F_s adalah gaya gesek statis, μ_s koefisien gesek statis, F_N adalah gaya normal, μ_k adalah koefisien gesek kinetis.

Gesekan sangat banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Ketika dua benda bersentuhan, maka akan terjadi gesekan. Sebuah benda yang jatuh bebas di udara seperti kelapa yang jatuh juga memiliki gaya gesek antara kelapa dan udara. Hanya saja gesekan ini

terabaikan karena nilainya kecil dibandingkan dengan gaya tarik bumi. Ada beberapa keadaan dimana gaya gesek sangat diperrhitungkan, misalnya gesekan pada mesin. Untuk mengurangi gaya gesek, mesin akan diolesi minyak atau oli sehingga menjadi licin. Contoh lain adalah bank kendaraan yang permukaannya sengaja dibuat lebih kasar. Jika permukaan ban gundul, maka kendaraan akan lebih mudah tergelincir. Situasi ini akan diperparah ketika turun hujan karena jalan juga menjadi lebih licin. Anda perlu memeriksa ban kendaraan Anda apakah masih layak atau harus diganti tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.

C. TEKANAN PADA FLUIDA

Bila sebuah benda tercelup pada suatu zat cair maka benda tersebut akan mendapatkan gaya di setiap titik pada permukaan benda tersebut. Peristiwa ini merupakan definisi dari tekanan yaitu gaya per satuan luas.

$$P = \frac{F}{A}$$

Dimana P adalah tekanan, F adalah gaya, dan A adalah luas permukaan. Satuan SI untuk tekanan adalah newton per meter persegi atau lebih sering dikenal dengan satuan pascal (Pa). Beberapa satuan lain dari tekanan adalah atm.

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa.}$$

Tekanan dipengaruhi oleh ketinggian atau kedalaman. Ketika Anda menyelam di air laut, Anda akan merasakan tekanan pada telinga yang semakin besar ketika Anda menyelam lebih dalam. Sama halnya dengan ketinggian ketika Anda berada dalam pesawat terbang, Anda kan merasakan sakit pada telinga ketika pesawat sedang mengudara.

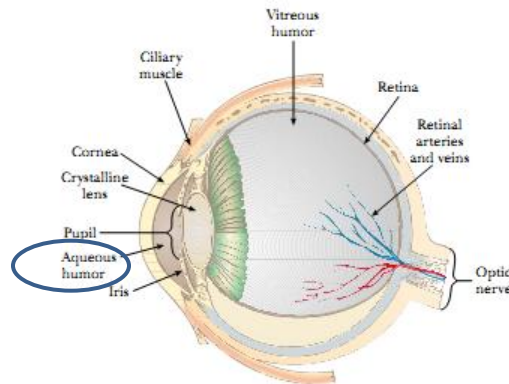
Udara yang terdapat pada atmosfer bumi akan semakin renggang berdasarkan ketinggian yang bermil-mil. Tekanan berdasarkan ketinggian ini disebut dengan tekanan atmosfer. Normalnya, manusia tidak bisa merasakan tekanan atmosfer Karena tekanan di dalam tubuh manusia hampir sama dengan tekanan di luar tubuh. Persamaan untuk tekanan atmosfer adalah sebagai berikut

$$P_{\text{at}} = \rho gh$$

Dimana P_{at} adalah tekanan atmosfer, ρ adalah massa jenis, g adalah percepatan gravitasi, dan h adalah ketinggian/kedalaman.

D. HUKUM PASCAL

Hukum Pascal menyatakan bahwa pada cairan di ruang tertutup, tekanan tersebar ke segala arah dan setiap perubahan tekanan akan diteruskan tanpa berkurang di setiap titik dalam fluida dan ke dinding wadah. Berbagai rongga tubuh mengandung fluida, seperti mata.



Gambar 7.2 Diagram Penampang mata
Sumber: Halliday & Resnick, 2009

Fluida dalam mata melindungi retina tetapi jika kornea mendapat tekanan yang keras, maka tekanan ini akan diteruskan ke bagian dalam mata dan retina serta saraf optik. Glaukoma merupakan suatu keadaan dimana terjadi peningkatan tekanan dalam mata karena akumulasi fluida akibat drainase cairan aqueous (*aqueous humour*) terganggu. Jika tidak ditangani, tekanan yang meningkat ini akan menekan retina dan saraf optik sehingga menyebabkan kebutaan jika tidak ditangani.

Sebuah terapan sederhana dari hukum Pascal adalah dongkrak hidrolik. Bila gaya F_1 diberikan pada pengisap yang lebih kecil, tekanan dalam cairan bertambah dengan F_1/A_1 . Tekanan yang terdapat pada pengisap kecil sama dengan tekanan yang ada pada pengisap besar. Persamaan umum untuk hukum Pascal adalah sebagai berikut.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

E. HUKUM ARCHIMEDES

Pernahkan Anda mencoba membandingkan berat benda ketika diangkat di udara dan ketika diangkat di dalam air? Atau pernahkan Anda menimba air di sumur? Ketika masih dalam air berat timba lebih ringan dibandingkan timba ketika sudah melewati permukaan air

sumur. Nah apa yang menyebabkan benda lebih ringan ketika berada dalam air? Ketika berada dalam air benda mendapat gaya ke atas yang disebut dengan gaya apung. Gaya ini bergantung pada kerapatan fluida dan volume fluida. Ini dikenal dengan Hukum Archimedes.

Hukum Archimedes menyatakan bahwa sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan dorongan ke atas oleh sebuah gaya yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan.

$$\text{Massa jenis} = \frac{\text{berat benda di udara}}{\text{berat yang hilang jika tenggelam di air}}$$

F. Tekanan Darah

Tekanan darah adalah tekanan yang dihasilkan oleh darah dalam sistem sirkulasi atau system vascular terhadap dinding pembuluh darah. Tekanan darah merupakan tekanan hidrostatik yang dipengaruhi oleh ketinggian. Darah merupakan jenis fluida sehingga efek hidrostatiknya berarti bahwa tekanan darah akan bervariasi tergantung lokasi pengukuran. Karena itulah maka diperlukan titik referensi standar untuk pengukuran tekanan darah, yaitu jantung.

Dalam tekanan darah juga menerapkan hukum Pascal dimana jika pembuluh darah memiliki titik lemah, maka setiap peningkatan pembuluh darah akan diteruskan secara merata ke segala arah. Jika tekanan darah cukup tinggi maka pembuluh darah dapat pecah.

Normalnya ketika disebutkan tekanan darah, maka yang dimaksud adalah tekanan darah arteri. Satu denyut jantung terdiri dari gelombang kontraksi yang disebut systole dan gelombang kontraksi yang disebut diastole. Jadi tekanan darah pada arteri besar akan naik turun seiring dengan kontraksi dan relaksasi jantung.

Nilai pengukuran tekanan darah dicatat sebagai fraksi, misalnya 120/80. Tekanan sistolik adalah 120 dan tekanan diastolic adalah 80. Tidak ada nilai tekanan darah yang normal untuk setiap orang tetapi ada nilai normal untuk setiap orang. Salah satu hal yang mempengaruhi nilai normal tekanan darah adalah factor usia semakin tua semakin tinggi nilai normal untuk tekanan darah (Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7.1).

Tabel 7.1 Pengaruh usia terhadap tekanan darah

Usia (Tahun)	Tekanan Darah	
	Sistole (mmHg)	Diastole (mmHg)
Baru lahir	80	46
10	103	70
20	120	80
60	135	89

Jika tekanan diastolik melebihi 95-100 mmHg maka mengindikasikan adalah hipertensi (peningkatan tekanan darah). Hipertensi mengakibatkan regangan jantung dan pembuluh darah yang dapat menyebabkan kelemahan dinding atau penyumbatan pembuluh darah oleh pembekuan darah. Jika terjadi pembuluh darah yang pecah akibat penyumbatan maka ini dikenal dengan stroke. Salah satu penyakit mematikan di dunia.

G. Gaya

Gaya (force) sebagai suatu bentuk dorongan atau tarikan pada benda. Contohnya ketika mesin motor mengangkat lift, atau martil menghantam paku, atau angin meniup dedaunan yang ada di pohon, maka gaya sedang dikerahkan.

Jika sebuah benda dalam keadaan diam, untuk membuatnya mulai bergerak diperlukan gaya, artinya suatu gaya dibutuhkan untuk mempercepat sebuah benda dari kecepatan nol ke kecepatan bukan nol. Untuk sebuah benda yang sudah bergerak, jika kita ingin mengubah kecepatannya baik arah maupun magnitudonya lagi-lagi diperlukan gaya.



Gambar 7.3 Salah satu contoh gaya yang bekerja
Sumber: seindah-akhlak-islam.blogspot.com

H. PESAWAT SEDERHANA

Jika kamu melakukan gerakan, maka kamu akan melibatkan kerja rangka dan otot. Kerja rangka dan otot, digunakan sebagai prinsip kerja pesawat sederhana. Pesawat sederhana adalah peralatan yang dapat dipakai untuk memudahkan usaha atau kerja.

Dalam proses penerapan pesawat sederhana tentunya dipengaruhi oleh gaya. Berdasarkan prinsip kerjanya, pesawat sederhana ada empat kelompok yaitu : tuas (pengungkit), katrol, bidang miring, dan roda gigi (gear).

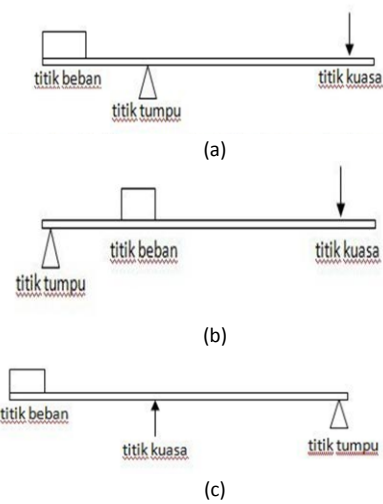
1. Pengungkit

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 berotasi 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.

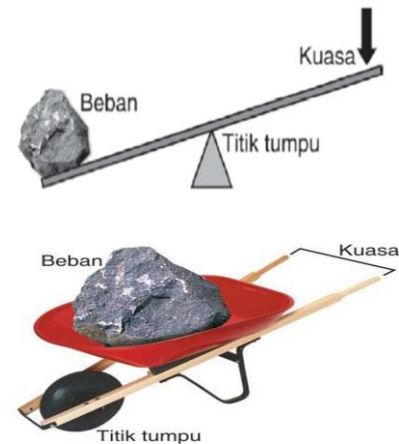
Titik beban merupakan titik dimana kita meletakkan atau menempatkan beban yang hendak diangkat atau dipindahkan, sedangkan titik kuasa merupakan titik dimana gaya kuasa diberikan untuk mengangkan atau memindahkan beban.

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.

Pengungkit jenis pertama, letak titik tumpu pengungkit jenis ini berada di antara titik beban dan titik kuasa. Contoh pengungkit jenis pertama, yaitu menggeser batu dengan pengungkit, tang dan gunting. Pada pengungkit jenis kedua, titik beban berada di antara titik tumpu dan titik kuasa. Contohnya, pembuka tutup botol dan gerobak dorong. Pada tuas jenis ketiga, titik kuasa berada di antara titik tumpu dan titik beban. Pengungkit jenis ketiga dijumpai pada mengambil tanah dengan sekop, staples, penjepit kue dan pinset.

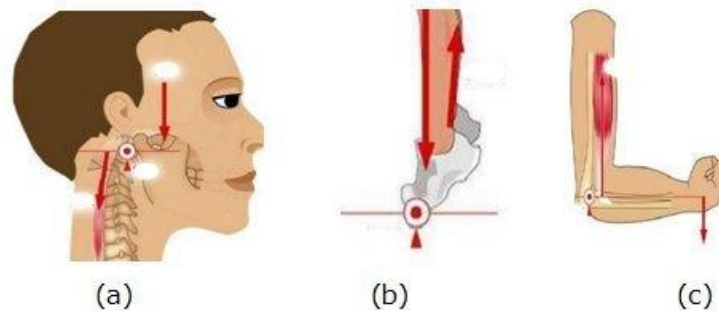


Gambar 7.5 (a) Pengungkit jenis pertama, (b) pengungkit jenis kedua, (c) pengungkit jenis ketiga
 Sumber: <https://prodiipa.files.wordpress.com>



Gambar 7.4 Pengungkit
 Sumber: pustakafisika.wordpress.com

Perlu kalian ketahui, bahwa ternyata setiap rangka kita dalam aktivitas tubuh kita mengandalkan prinsip kerja tuas. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 7.6.



Gambar 7.6 Pengungkit dalam tubuh
Sumber: <https://prodiipfiles.wordpress.com>

Pertama ada di kepala antara tengkorak dan tulang leher, gambar 4.(a) merupakan pengungkit jenis pertama yang terdapat pada tengkorak dan tulang leher. Karena, kalau dirasakan leher sebagai kuasa yang membuat beban dalam hal ini tulang didaerah muka terangkat dan porosnya (titik tumpu) ada ditengah hal itu juga yang menyebabkan leher sering pegal-pegal.

Kedua adalah telapak kaki, tanpa sadar ternyata bagian telapak kaki juga memiliki keunikan. Pada saat berjinjit seperti pada gambar 4 (b) menyebabkan ujung telapak kaki menjadi titik tumpu bagi anggota badan, kemudian pangkal telapak kaki menjadi sedikit tegang karena disitulah kuasa yang diberikan, dan beban berada ditengah-tengah telapak kaki. Telapak kaki pada saat berjinjit merupakan jenis pengungkit kedua.

Ketiga adalah lengan mengangkat beban, seperti pada gambar 4 (c) jenis pengungkit ini paling banyak ditemui di anggota tubuh, yaitu jenis pengungkit ketiga. Contohnya saat mengangkat suatu benda dengan menggunakan tangan, maka tangan yang memegang beban menjadi titik beban, lengan menjadi kuasa, dan siku menjadi titik tumpu.

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:

$$F_b \times L_b = F_k \times L_k$$

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).

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

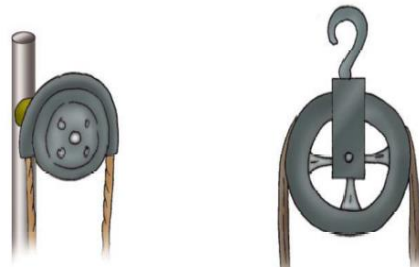
2. Katrol

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.

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.

a. 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 7.7 memperlihatkan suatu katrol tetap.



Gambar 7.7 Katrol tetap: pada tiang bendera (*kiri*) dan sumur timba (*kanan*)
 Sumber: <http://kulozen.blogspot.co.id/p/media-2-dimensi>

b. Katrol Bebas

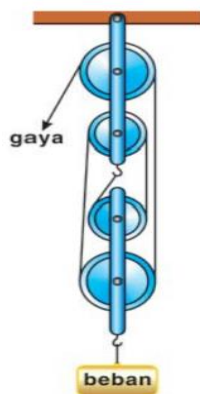
Katrol bebas merupakan katrol yang posisi atau kedudukannya berubah ketika digunakan. Artinya, katrol bebas tidak ditempatkan di tempat tertentu, melainkan ditempatkan pada tali yang kedudukannya dapat berubah. Contoh pemanfaatan katrol bebas adalah pada alat pengangkat peti kemas. Gambar 7.8 memperlihatkan suatu katrol bebas.



Gambar 7.8 Katrol bebas
 Sumber: <http://brosibox.blogspot.co.id/2012/11/>

c. 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 7.9 memperlihatkan sebuah katrol majemuk.

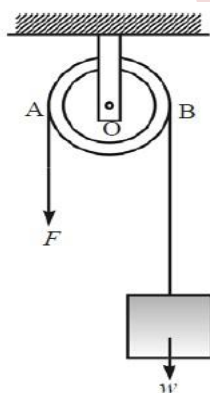


Gambar 7.9 Katrol majemuk
 Sumber: <http://brosibox.blogspot.co.id/2012/11/>

d. Keuntungan mekanis pada katrol tetap

Pada katrol tetap (Gambar 7.10) 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: $KM = \frac{F_b}{F_k} = 1$

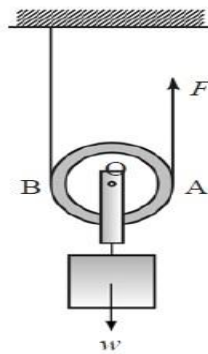


Gambar 7.10 Keuntungan mekanis pada katrol tetap
 Sumber: <http://fisikazone.com>

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.

e. Keuntungan mekanis pada katrol bebas

Pada katrol bebas (Gambar 7.11) 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 $F_b = 2 F_k$, sehingga keuntungan mekanis untuk katrol bebas adalah $KM = \frac{F_b}{F_k} = 2$

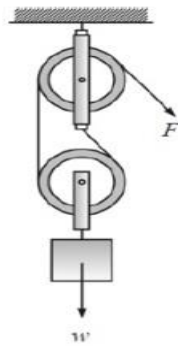


Gambar 7.11 Keuntungan mekanis pada katrol bebas
Sumber: <http://fisikazone.com>

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.

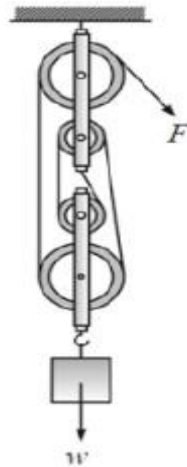
f. Keuntungan mekanis pada katrol majemuk atau sistem katrol

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 7.12). Beban pada sistem katrol ini ditopang oleh dua penggal tali (hampir sama dengan katrol bebas), atau $F_b = 2 F_k$ sehingga keuntungan mekanis yang dihasilkan adalah 2 (dua), atau $KM = \frac{F_b}{F_k} = 2$



Gambar 7.12 Keuntungan mekanis pada sistem katrol
 Sumber: <http://fisikazone.com>

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 7.13 Keuntungan mekanis pada sistem katrol (katrol majemuk)
 Sumber: <http://fisikazone.com>

Tampak pada Gambar 7.9 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 $F_b = 4 F_k$, sehingga keuntungan mekanis untuk katrol bebas 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.

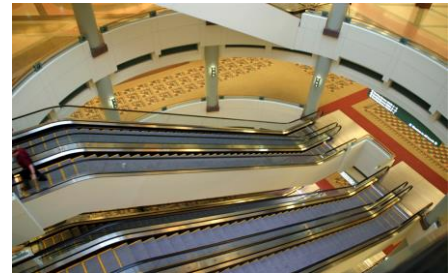
3. Bidang Miring



Gambar 7.14 Bidang miring
Sumber: www.sciencebuzz.org

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.

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).



Gambar 7.15 Salah satu contoh penerapan bidang miring
Sumber: www.sciencebuzz.org

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

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

Dengan:

F = gaya kuasa yang diperlukan untuk memindahkan beban

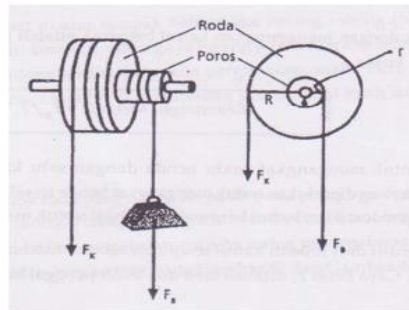
B = gaya berat beban

t = ketinggian kemana beban dipindahkan atau perbedaan ketinggian ujung-ujung bidang miring

p = panjang bidang miring

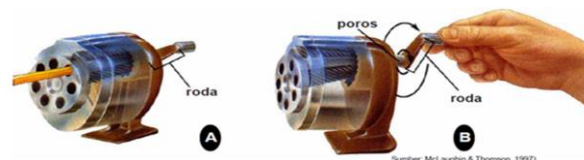
4. Roda dan Poros

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 7.16 Skema roda dan poros
Sumber: <http://kereta-sains.blogspot.co.id>

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.



Gambar 7.17 Contoh roda dan poros
Sumber: <http://kereta-sains.blogspot.co.id>

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:

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

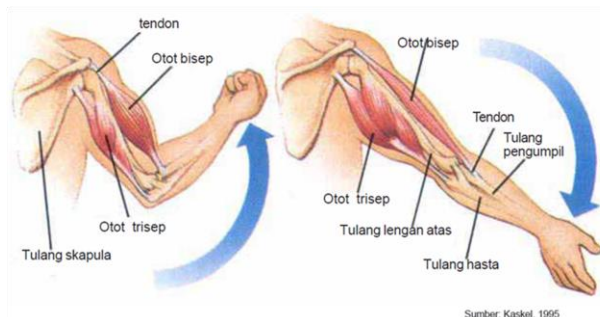
sehingga keuntungan mekanis penggunaan roda dan poros adalah:

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

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.

I. Penerapan pada otot dan persendian tubuh

Secara umum, otot melekat pada lengan manusia, melalui perantara tendon, dua buah tulang yang berbeda. Titik-titik di tempat di mana tendon melekat disebut insersi (insertion) dua buah tulang saling disambungkan secara fleksibel oleh sebuah sendi, seperti yang dijumpai pada siku, lutut, dan pangkal paha. Otot akan memberikan gaya tarik bilamana serabut-serabutnya menegang (berkontraksi) akibat suatu rangsangan yang diberikan oleh syaraf, namun otot tidak dapat memberikan gaya dorong.



Gambar 7.18 Kondisi saat otot berkontraksi dan relaksasi
Sumber: www.sainsmedia.com

Otot-otot yang cenderung menarik dua buah tungkai untuk mendekat ke satu sama lainnya, seperti otot bisep pada lengan atas kita disebut fleksor. Otot-otot yang cenderung menarik sebuah tungkai menjauhi tungkainya, seperti otot trisep dalam ekstensor. Kita menggunakan otot fleksor pada lengan atas kita untuk mengambil/mengangkat benda dengan tangan kita, kita menggunakan ekstensor ketika melempar bola.

Titik insersi sebuah otot akan berlainan di antara individu-individu yang berbeda. Para atlet juara seringkali diketahui memiliki titik-titik insersi otot yang berjarak lebih jauh dari sendi dibandingkan dengan orang rata-rata, dan jika hal ini ditemukan pada salah satu otot si atlet, biasanya hal yang sama juga berlaku bagi semua otot lainnya pada tubuh atlet itu.

Sebagai contoh lain tentang besarnya gaya yang bekerja pada bagian-bagian tubuh manusia. Ruas tulang punggung paling bawah bertindak sebagai titik tumpu untuk posisi membungkuk. Otot-otot di bagian belakang tubuh (punggung) kita yang

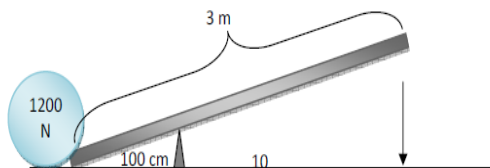
menahan/menyokong batang tubuh akan bekerja dengan membentuk sudut efektif 12° terhadap sumbu tulang punggung.

Contoh Soal 1

Sebuah kotak meluncur sepanjang sebuah lantai horizontal dengan kelajuan awal 2,5 m/s. Kotak berhenti setelah meluncur 1,4 m. carilah koefisien gesek kinetik dari kotak tersebut.

Contoh Soal 2

Sebuah benda akan diangkat dengan menggunakan pengungkit seperti tanpak 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?



Contoh Soal 3

Massa jenis emas adalah 19,3 kg. Jika mahkota dibuat dari emas murni beratnya 8 N di udara, berapakah beratnya bila mahkota ini ditimbang pada saat tenggelam di air?

REFERENSI

- Davidovits, Paul. 2008. *Physics in biology and medicine* – 3rd ed. Elsevier. USA
- Giancoli, D. 2009. *Physics for Scientists and Engineers with modern physics*. Pearson Prentice Hall. USA
- Giancoli. 2014. *Fisika “prinsip dan aplikasi”*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli, D. 2014. *FISIKA (Prinsip dan aplikasi) Edisi ke 7 Jilid 1*. Erlangga. Jakarta
- James J., Baker, C., dan Swain H. 2002. *Prinsip-Prinsip Sains untuk Keperawatan*. Erlangga. Jakarta
- Noeraida dan Shrie L.K. 2016. *Modul Guru Pembelajar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kemdikbud.
- Resnick and Halliday, 2008. *Physics*. John Willey & Sons. USA
- Serwett & Jerwey. 2004. *Physics for Scientists and Engineers*. Thomson Brooks/Cole. USA
- Tipler, 2008. *Physics for Scientist and Engineer*. W. H. Freeman and Company. USA