

BAB XIII USAHA DAN ENERGI



1. Apakah yang dimaksud dengan perubahan bentuk energi ?
2. Apakah yang dimaksud dengan hukum kekekalan energi ?
3. Bagaimana cara merancang percobaan sederhana tentang perubahan bentuk energi ?
4. Bagaimana hubungan konsep usaha, energi, dan daya?
5. Bagaimana penerapan konsep usaha, energi, dan daya dalam kehidupan sehari-hari ?



Pada saat belajar di Sekolah Dasar (SD), kalian telah mengenal bahwa bentuk energi ada bermacam-macam, dan matahari merupakan *sumber energi* terbesar bagi semua makhluk hidup di bumi. Keberadaan matahari yang selalu terbit dipagi hari dan tenggelam disore hari, dapat membuat proses kehidupan di bumi berjalan dengan baik dan teratur. Fenomena tersebut menunjukkan kepada kita, bahwa betapa besarnya kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa dalam mencipta alam semesta dan sekaligus memelihara dan mengatur seluruh ciptaan tersebut. Oleh karena itulah sebagai makhluk yang beriman, kita harus selalu memanjatkan puji syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala anugrah dan karunia yang telah dilimpahkan kepada kita semua.

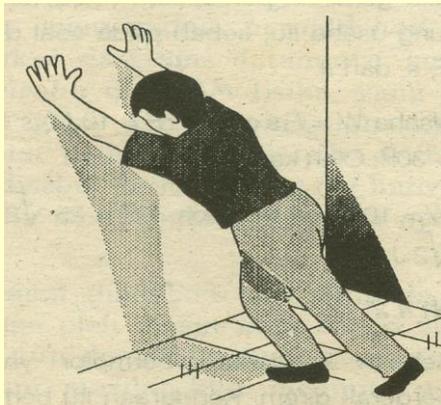
Selain matahari, masih banyak sumber energi lain yang dipakai manusia dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya *makanan* dan *minuman* adalah sumber

energi yang kita butuhkan untuk pertumbuhan dan kesehatan, agar tubuh dapat melakukan segala macam aktivitas dengan baik. *Kayu bakar, batu bara, minyak bumi, air, angin* adalah sumber energi yang banyak dipakai untuk melakukan usaha atau kerja dalam kehidupan sehari-hari. Maka secara umum pengertian energi (tenaga) dapat dikatakan sebagai *suatu kemampuan untuk melakukan segala macam usaha atau kerja*.

Tugas diskusi 13-1

Jawablah kedua pertanyaan berikut secara berkelompok :

1. Bentuk energi apakah yang terkandung dalam makanan, kayu bakar, batu bara, minyak bumi, air mengalir, angin dan atom ? Jelaskan !
2. Bentuk energi apakah yang diperoleh dari matahari ?
3. Apakah yang akan terjadi, jika tiba-tiba matahari berhenti bersinar atau pergi meninggalkan bumi ? Jelaskan !
4. Gambar berikut adalah orang sedang mendorong tembok sampai keringatan, dan satu lagi orang sedang mendorong mesin pemotong rumput.

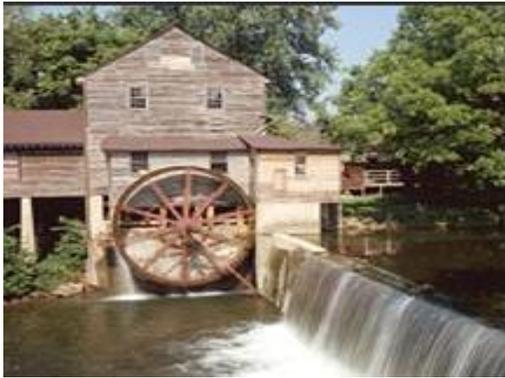


Apakah gaya dorong ke dua orang tersebut telah melakukan usaha ?

13.1. BENTUK-BENTUK ENERGI DAN PERUBAHANNYA

1. Energi Gerak (Energi Kinetik)

Semua benda yang sedang bergerak memiliki *energi gerak* atau *energi kinetik*. Sebab benda yang bergerak dapat melakukan usaha atau kerja untuk mempengaruhi benda yang lain. Contohnya gerakan air dapat memutar kincir, gerakan udara (angin) dapat memutar baling-baling, mobil yang bergerak kalau nabrak dapat merusak tembok sampai hancur.

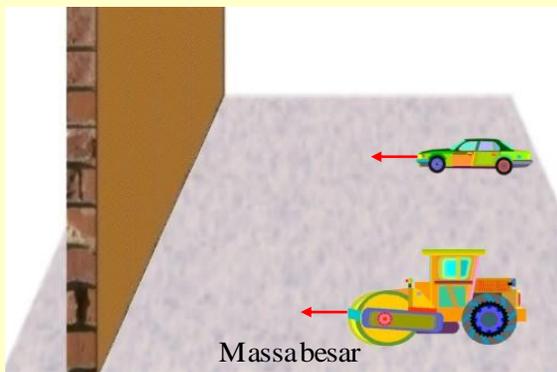
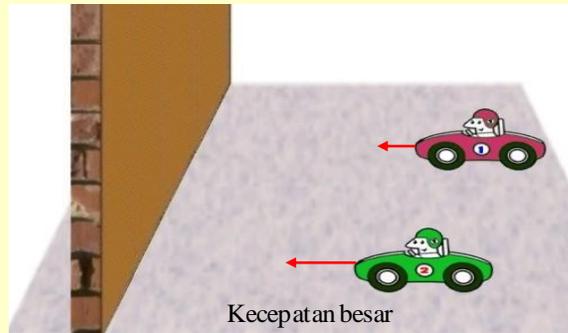


Gambar. 13-1. Energi gerak air mengalir dan angin dapat

Faktor-faktor apakah yang menentukan besarnya energi gerak suatu benda? Untuk mengetahui hal itu selesaikan tugas diskusi 13-2 secara berkelompok.

Tugas Diskusi 13-2

1. Dua mobil yang sama bergerak sejajar dengan kecepatan berbeda, kemudian masing-masing menabrak tembok yang memiliki kekuatan sama. Apakah kerusakan pada setiap tembok akan sama? Jelaskan!



2. Sebuah sedan dan stom bergerak sejajar dengan kecepatan sama, kemudian masing-masing menabrak tembok yang memiliki kekuatan sama. Apakah kerusakan pada setiap tembok akan sama? Jelaskan!

Jika kerusakan tembok dipakai sebagai petunjuk besarnya energi yang dimiliki oleh kendaraan yang menabrak tembok, maka kesimpulan apakah yang diperoleh dari kedua peristiwa tersebut? Jelaskan!

Besar energi gerak atau energi kinetik sebuah benda yang bergerak, ditentukan oleh *massa* benda dan *kecepatannya*. Semakin besar massa benda dan kecepatan benda, energi kinetik benda tersebut akan semakin besar.

Dalam bentuk rumus, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots (13-1)$$

Dengan : E_k = energi gerak, satuannya ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ = Joule)
 m = massa benda, satuannya (kg)
 v = kecepatan benda, satuannya ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Contoh Soal dan Jawabannya

Sebuah sepeda motor yang massanya 50 kg, sedang bergerak dengan kecepatan 10 ms^{-1} . Berapakah energi gerak sepeda motor tersebut ?

Diketahui : $m = 50 \text{ kg}$
 $v = 10 \text{ ms}^{-1}$

Ditanyakan : Energi gerak

Jawaban : $E_k = (1/2)mv^2 = (1/2) \cdot 50 \text{ kg} \cdot (10 \text{ ms}^{-1})^2 = 2500 \text{ joule}$

Dapatkan energi gerak berubah menjadi bentuk energi yang lain? Untuk mengetahui hal itu, lakukanlah Tugas percobaan 13-1 secara berkelompok.

Tugas percobaan 13-1

Prosedur percobaan :

Ada gambar siswa sedang menggosok-gosokkan telapak tangan ke meja sehingga lama kelamaan terasa panas

1. Gosok-gosokkan telapak tangan di permukaan meja, setelah cukup lama apakah yang terjadi ? Jelaskan !



2. Bantangkan sebuah karet gelang sampai cukup tegang, atau ambil gitar yang ada di sekolah. Kemudian getarkan karet gelang atau senar gitar tersebut dengan jalan dipetik. Apakah yang akan terjadi ? Jelaskan !

Pertanyaan :

Berdasarkan kedua fenomena tersebut,, kesimpulan apakah yang kalian diperoleh? Jelaskan !

Dalam menyalakan korek api, akan terjadi perubahan energi gerak menjadi energi panas, pada saat pentul korek api digesekkan. Akibat panas maka pentul korek api menyala. Tahukah kalian perubahan energi apa yang terjadi pada saat pentul korek menyala ?

Perubahan energi gerak menjadi energi bunyi, dapat diamati pada saat pemusik meniup seruling atau terompet. Sebab getaran udara yang terjadi di dalam alat musik tersebut akan menghasilkan bunyi nada yang merdu.

2. Energi Potensial

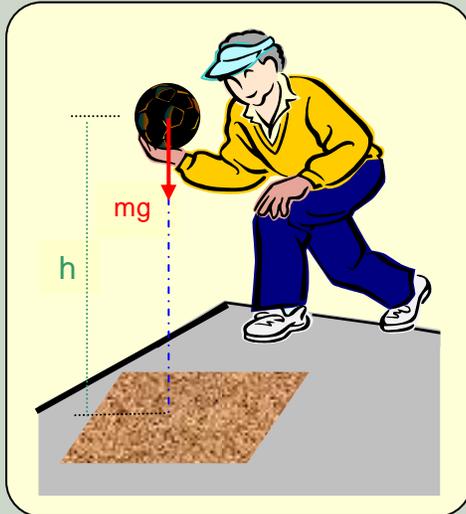
Benda terletak dipermukaan bumi yang datar, tidak akan dapat bergerak dengan sendirinya. Hal itu disebabkan karena benda tidak memiliki energi yang dapat dipakai melakukan usaha atau kerja untuk bergerak. Tetapi jika benda kita angkat sampai ketinggian tertentu dari permukaan bumi, maka benda tersebut akan memiliki energi. Hal itu terlihat pada saat dilepaskan, benda akan bergerak ke bawah. Energi yang dimiliki benda pada saat berada di ketinggian tertentu dari permukaan bumi, disebut *energi potensial gravitasi*.

Perubahan bentuk energi yang terjadi pada saat benda diangkat, adalah dari bentuk energi gerak yang kita berikan menjadi energi potensial gravitasi benda. Sebaliknya pada saat dilepaskan dari ketinggian tertentu, bentuk energi potensial gravitasi benda berubah menjadi energi gerak.

Faktor-faktor apakah yang menentukan besarnya energi potensial gravitasi sebuah benda? Untuk mengetahui hal itu, lakukanlah Tugas percobaan 12-2 secara berkelompok.

Tugas percobaan 13-2

Prosedur percobaan :



1. Jatuhkan dua bola logam yang **ukuran dan beratnya sama**, dari **ketinggian berbeda**. Lantainya sudah diberi alas tanah liat. Apakah jejak jatuhnya bola pada tanah liat akan sama ?
2. Kemudian jatuhkan dua bola logam yang **ukurannya sama tapi beratnya berbeda**, dari **ketinggian yang sama**. Apakah jejak jatuhnya benda pada tanah liat akan sama?

Pertanyaan :

1. Bagaimanakah keadaan jejak bola-bola dari seluruh percobaan itu? Jelaskan !
2. Jika keadaan jejak bola pada tanah liat dijadikan indikator besarnya energi potensial, maka kesimpulan apakah yang diperoleh dari hasil percobaan tersebut ?

Besar energi potensial gravitasi sebuah benda, ditentukan oleh *berat* benda dan *ketinggian* letak benda dari permukaan bumi. Semakin besar berat dan ketinggian letak benda dari permukaan bumi, energi potensial gravitasi benda akan semakin besar.

Dalam bentuk rumus, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$E_p = wh \dots\dots\dots (13-2)$$

Dengan : E_p = energi potensial gravitasi, satuannya (N.m = Joule)
 w = berat benda, satuannya (N)
 h = ketinggian benda, satuannya (m)

Karena berat benda : $w = m g$, maka rumus energi potensial gravitasi dapat dituliskan dalam bentuk :

$$E_p = mgh \dots\dots\dots (13-3)$$

Dengan : m = massa benda, satuannya (kg)
 g = percepatan gravitasi, satuannya ($m.s^{-2}$)

Contoh Soal dan Jawabannya

Satu buah durian yang massanya 3 kg sedang berada pada suatu tangkai pohon yang tingginya 5 m. Jika percepatan gravitasi bumi ditempat itu 10 ms^{-2} , berapakah besar energi potensial gravitasi yang dimiliki oleh buah durian tersebut ?

Diketahui : $m = 3 \text{ kg}$
 $h = 5 \text{ m}$
 $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

Ditanyakan : Energi potensial gravitasi

Jawaban : $E_p = mgh = 3 \text{ kg} \cdot 10 \text{ ms}^{-2} \cdot 5 \text{ m} = 1500 \text{ joule}$

Selain energi potensial gravitasi, ada juga bentuk *energi potensial pegas* yang dapat dimiliki oleh benda-benda *elastis* seperti pegas, karet dan rotan. Pada saat pegas, karet, atau rotan ditarik, ia memiliki energi potensial pegas sehingga dapat dipergunakan untuk menggerakkan suatu benda. Contohnya dapat dilihat pada beberapa gambar 13-2 berikut.



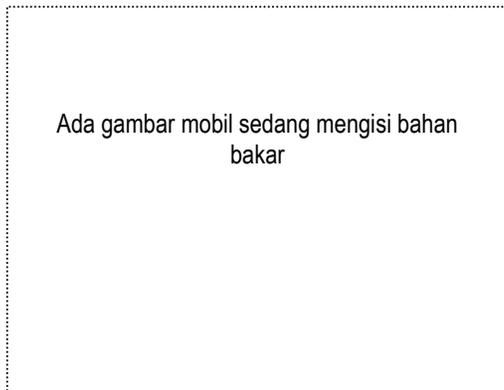
Ada gambar Ibu sedang mengayunkan bayinya dengan menggunakan per atau pegas

Gambar. 13-2. Energi potensial pegas dapat digunakan untuk menggerakkan

3. Energi Kimia

Setelah cukup lama melakukan aktivitas misalnya berolah raga, maka kita akan merasa lelah. Hal itu disebabkan karena selama berolah raga kita banyak menggunakan energi yang ada dalam tubuh. Untuk memulihkan energi tersebut kita harus makan dan minum, serta beristirahat yang cukup. Tahukah kalian mengapa demikian ?

Dalam makanan dan minuman tersimpan sejumlah energi dalam bentuk *energi kimia*. Melalui reaksi kimia (pembakaran bahan makanan oleh oksigen) di dalam tubuh, energi tersebut dapat dilepaskan dan dipergunakan oleh tubuh untuk melakukan berbagai aktivitas atau usaha. Misalnya dipakai untuk memompa darah, bernapas, berpikir, bermain, berolah raga, dan masih banyak lagi aktivitas yang lainnya. Selama berolah raga kita banyak melakukan gerakan sehingga lama kelamaan badan kita merasa letih. Berarti selama kita berolah raga di dalam tubuh kita telah terjadi proses perubahan bentuk energi, yaitu dari energi kimia menjadi *energi gerak*.

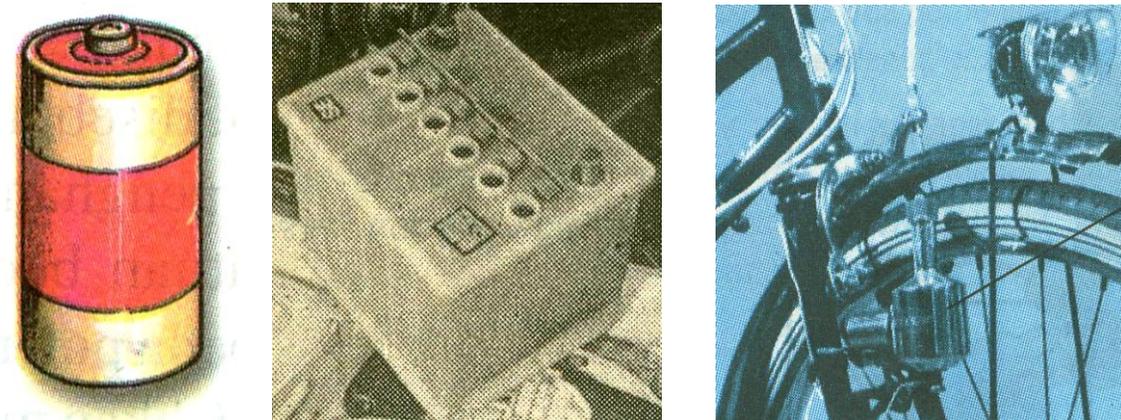


Kejadian serupa juga terjadi pada penggunaan bahan bakar dalam kendaraan bermotor. Bentuk energi kimia yang tersimpan dalam bahan bakar bensin dilepaskan melalui reaksi kimia (proses pembakaran) di dalam mesin. Maka terjadilah perubahan bentuk energi kimia menjadi energi panas dan energi gerak, sehingga kendaraan bermotor dapat bergerak.

Gambar.13-3. Energi gerak dan panas pada mesin mobil dihasilkan dari energi kimia

4. Energi listrik

Bentuk energi listrik yang tersimpan dalam atom suatu benda dapat diperoleh dengan menggunakan alat *pembangkit energi listrik*, seperti *batere*, *akumulator*, *dinamo* atau *generator*. Perhatikan gambar 13-4.



Gambar.13-4. Beberapa alat pembangkit

Prinsip kerja batere dan akumulator (aki) adalah sama yaitu mengubah energi kimia menjadi energi listrik, sebab energi listrik yang dihasilkan batere dan akumolator berasal dari reaksi kimia. Umumnya batere yang sudah lemah tidak bisa diisi lagi, tapi akumulator yang sudah lemah dapat diisi lagi dengan jalan disetrum pakai arus listrik.

Prinsip kerja dinamo dan generator adalah sama yaitu mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Dinamo sepeda diputar oleh ban pada saat sepeda bergerak, generator yang kecil diputar dengan motor. Tetapi generator yang besar ada yang diputar menggunakan tenaga air sehingga disebut PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), jika menggunakan tenaga uap disebut PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), jika menggunakan tenaga panas bumi disebut PLTG (Pembangkit Listrik Tenaga Geotermal). Di negara yang teknologinya sudah maju ada yang menggunakan tenaga nuklir, sehingga disebut PLTN (Pembangkit Listrik tenaga Nuklir).

Indonesia belum memiliki PLTN, sebab sebagian besar masyarakat berpendapat bahwa kecelakaan suatu PLTN dapat menimbulkan dampak lingkungan yang sangat menakutkan dalam jangka waktu yang lama. Akan tetapi dengan melonjaknya kebutuhan energi dan menipisnya persediaan sumber-sumber energi minyak yang kita miliki, nampaknya sumber energi nuklir harus menjadi salah satu alternatif untuk dikembangkan dalam rangka diversifikasi sumber-sumber energi di Indonesia.

Penggunaan energi listrik sudah sangat meluas dalam kehidupan masyarakat, sebab dengan menggunakan energi listrik kita dapat memperoleh bentuk-bentuk energi yang lainnya. Misalnya alat *motor listrik* dapat menghasilkan energi gerak, *lampu listrik* dapat menghasilkan energi cahaya, *setrika listrik* dapat menghasilkan energi panas, bel listrik dapat menghasilkan energi bunyi.



Gambar.13-5. Beberapa alat yang dapat mengubah energi listrik menjadi bentuk

5. Energi cahaya dan energi panas

Kedua bentuk energi ini sangat erat hubungannya, sebab benda yang relatif panas merupakan sumber energi cahaya. Matahari adalah salah satu benda langit (*bintang*) yang sangat panas dan dapat memancarkan cahaya dengan sendirinya.

Matahari merupakan sumber energi terbesar bagi kehidupan di bumi, sebab tumbuh-tumbuhan yang sangat dibutuhkan oleh manusia dan hewan memerlukan energi matahari untuk melakukan proses fotosintesis demi kelangsungan hidupnya. Manusia banyak menggunakan energi matahari secara langsung, misalnya untuk penerangan rumah disiang hari, pembuatan garam, mengeringkan pakaian atau mengeringkan berbagai jenis makanan.



Ada gambar penggunaan solar sel di atap rumah



Gambar.13-6. Teknologi yang menggunakan energi

Berkat kemajuan teknologi semikonduktor, sekarang telah banyak dipergunakan *solar sel* (sel surya) untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik, sehingga energi matahari yang sangat berlimpah tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan. Misalnya peralatan solar sel yang dipasang di atap rumah, dapat memanfaatkan energi matahari untuk memenuhi sebagian energi yang dibutuhkan oleh rumah tangga. Sebagian besar satelit buatan yang mengorbit bumi, menggunakan solar sel agar dapat memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energinya. Demikian juga penggunaan solar sel pada kendaraan bermotor yang dewasa ini sedang giat-giatnya dikembangkan, agar kendaraan tersebut dapat menggunakan sumber energi matahari dengan tidak menimbulkan pencemaran udara.

Pada umumnya energi panas dan energi cahaya diperoleh dari pembakaran bahan bakar kayu, batu bara atau minyak bumi. Berarti energi panas dan energi cahaya tersebut, diperoleh dari perubahan bentuk energi kimia yang terdapat dalam kayu, batubara, dan minyak bumi. Akan tetapi bagi masyarakat yang telah memiliki sumber energi listrik, maka kebutuhan energi panas dan energi cahaya tersebut dapat mereka peroleh dari energi listrik, yaitu

dengan menggunakan lampu listrik, solder listrik, setrika listrik, dan beberapa peralatan memasak seperti kompor listrik, oven listrik, rice coker, dan magic jar.

6. Energi bunyi

Kejadian apakah yang sering teramati, pada saat kalian mendengar bunyi guntur yang menggelegar? Kemudian coba kalian bayangkan bagaimana dahsyatnya bunyi ledakan bom, sehingga dapat menghancurkan bangunan dan melemparkan benda-benda yang ada di sekitarnya. Fenomena ledakan bom merupakan salah satu contoh bahwa bunyi adalah salah satu bentuk energi. Bunyi yang keras memiliki energi yang lebih besar, dibandingkan dengan bunyi yang relatif lemah. Salah satu perubahan bentuk energi yang terjadi pada ledakan bom, adalah dari bentuk energi kimia (bahan bakar bom) menjadi energi bunyi.

Benda yang bergetar dapat menghasilkan bunyi, sehingga disebut sebagai sumber bunyi. Tetapi tidak semua getaran bunyinya dapat didengar manusia, sebab *ambang pendengaran* manusia hanya berkisar antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Artinya getaran dengan frekuensi di bawah 20 Hz yang disebut *infrasonik* dan di atas 20.000 Hz yang disebut *ultrasonik*, tidak dapat kita dengar sebagai bunyi. Benda apakah yang bergetar sehingga bunyi ledakan bom dapat kita dengar?

7. Energi nuklir

Energi nuklir adalah bentuk energi yang tersimpan dalam inti atom yang hanya dapat diperoleh melalui reaksi inti atau reaksi nuklir. Energi yang diperoleh melalui reaksi nuklir sangat besar, sehingga dapat dipakai sebagai sumber energi untuk menggerakkan generator yang dapat menghasilkan energi listrik. Tetapi banyak juga negara maju yang telah mengembangkan senjata nuklir dengan daya penghancur yang sangat besar. Salah satu contoh adalah ledakan bom atom di kota Nagasaki dan Hiroshima yang membuat Jepang kalah dalam perang dunia ke II.

Dengan falsafah Pacasila, Indonesia tidak menyetujui penggunaan senjata nuklir. Sebab selain memiliki daya penghancur yang sangat besar, radiasi nuklir juga dapat menimbulkan dampak negatif yang sangat lama bagi kesehatan manusia di sekitarnya.

Akan tetapi dengan semakin menipisnya cadangan sumber energi minyak bumi, maka sumber energi nuklir harus menjadi salah satu alternatif yang perlu terus dikembangkan dalam rangka diversifikasi sumber-sumber energi yang ada.

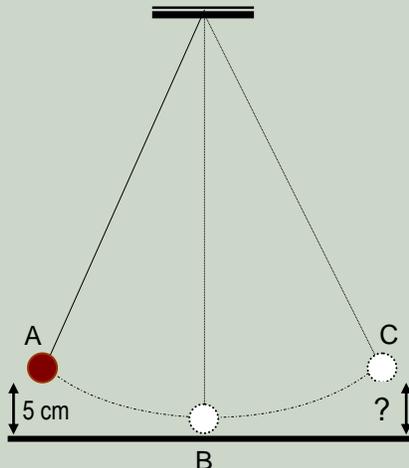
13.2 HUKUM KEKALKAN ENERGI

Setelah kalian mengenal berbagai bentuk energi dan contoh-contoh proses perubahan bentuk energi, sekarang marilah kita mempelajari salah satu prinsip dasar dalam sains yaitu “*hukum kekekalan energi*”. Untuk dapat memahami hukum kekekalan energi dengan baik, lakukanlah Tugas percobaan 13-3 secara berkelompok.

Tugas percobaan 13-3

Prosedur percobaan :

1. Buat sebuah bandul sederhana, kemudian tarik kesamping agar naik setinggi 5 cm di titik A seperti gambar.



2. Lepaskan bandul dengan hati-hati kemudian amati berapa ketinggian bandul setelah berayun mencapai tinggi maksimum di titik C. Apakah ketinggian bandul di titik C berbeda dengan ketinggiannya di titik A ?

Pertanyaan :

1. Catat hasil pengamatan dalam percobaan tersebut, kemudian jelaskan kesimpulan yang diperoleh.
2. Apakah yang akan terjadi, jika bandul dibiarkan terus berayun? Apakah ayunannya akan semakin besar atau semakin kecil? Jelaskan mengapa hal itu dapat terjadi ?

Pada saat bandul ditarik setinggi 5 cm ke titik A, seluruh energi gerakan kita berubah menjadi energi potensial gravitasi bandul. Setelah dilepaskan, sedikit demi sedikit energi potensial bandul berubah menjadi energi gerak. Hal itu dapat kita lihat dari gerakan bandul yang semakin cepat, tetapi kedudukannya semakin rendah.

Pada saat tiba di titik B kecepatan bandul paling besar, tetapi ketinggiannya paling kecil (boleh dianggap nol). Berarti setelah bandul tiba di titik terendah (B), seluruh energi potensial gravitasi bandul telah berubah menjadi energi gerak.

Gerakan selanjutnya dari titik B ke titik C, sedikit demi sedikit energi gerak bandul berubah menjadi energi potensial gravitasi. Hal itu dapat kita lihat dari gerakan bandul yang semakin lambat, tetapi kedudukannya semakin tinggi.

Pada saat tiba di titik tertinggi C bandul berhenti sejenak, berarti di titik C seluruh energi gerak bandul telah berubah menjadi energi potensial gravitasi. Karena besar kecepatan dan ketinggian bandul di titik C sama dengan di titik A, maka energi bandul di titik C sama dengan energi bandul mula-mula di titik A.

Fenomena tersebut menunjukkan kepada kita, bahwa selama bandul berayun hanya terjadi perubahan bentuk energi dari energi potensial gravitasi menjadi energi gerak dan sebaliknya dari energi gerak menjadi energi potensial gravitasi. Jumlah total energi potensial dan energi gerak bandul tersebut selalu tetap atau kekal. Berarti ayunan bandul adalah sesuai dengan hukum kekekalan energi yang mengatakan bahwa :

“Energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari suatu bentuk energi menjadi bentuk energi yang lain dengan jumlah yang selalu tetap”

Untuk satu atau dua kali ayunan, ketinggian maksimum di titik A dan C masih tetap sama. Tetapi jika bandul dibiarkan terus berayun, maka lama kelamaan ketinggian bandul akan semakin rendah dan akhirnya berhenti.

Tahukah kalian mengapa demikian?

Faktor utama yang menyebabkan ayunan bandul semakin mengecil, adalah gesekan udara. Sebab gesekan tersebut dapat mengubah energi gerak bandul menjadi energi panas, energi panas yang terjadi diserap oleh udara disekitarnya. Berarti jika percobaan bandul kita lakukan di ruang vakum (hampa udara), maka sekali bandul di lepaskan, ia akan terus berayun selama-lamanya dengan ketinggian di titik A dan C yang selalu sama.

13.3 USAHA (KERJA)

Pada pembahasan energi telah dikemukakan bahwa untuk melakukan usaha atau kerja diperlukan energi. Dalam kehidupan sehari-hari usaha atau kerja sering diartikan sebagai segala aktivitas yang dilakukan untuk mencapai suatu tujuan. Misalnya kita berusaha belajar dengan rajin agar berprestasi, berusaha mendorong mobil mogok agar mau bergerak, berusaha selalu bersikap baik agar banyak memiliki teman, atau berusaha mengayuh sepeda dengan kuat agar dapat bergerak dengan cepat.

Pengertian usaha atau kerja dalam sains berbeda dengan pengertian usaha dalam kehidupan sehari-hari, sebab konsep usaha dalam sains merupakan *“perubahan atau perpindahan energi melalui gaya sehingga menyebabkan benda berpindah”*. Berarti suatu gaya dikatakan melakukan usaha, jika selama gaya bekerja benda mengalami perpindahan.

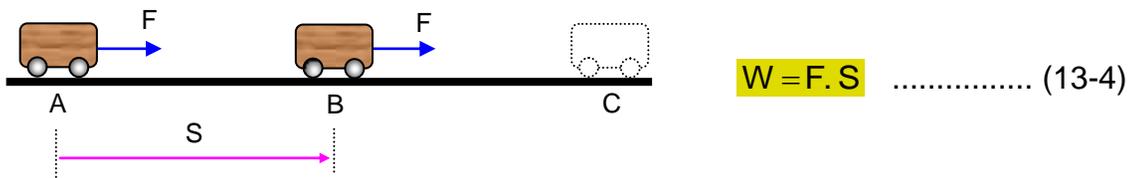


Gambar.13-7. Mendorong tembok dan mendorong

Contohnya orang mendorong tembok, dalam kehidupan sehari-hari orang tersebut pasti dikatakan telah melakukan usaha, walaupun tujuannya tidak jelas untuk apa? Di dalam sains *gaya dorong* orang tersebut dikatakan tidak melakukan usaha, sebab selama gaya dorong itu bekerja pada tembok, tembok tidak mengalami perpindahan (tetap diam). Demikian juga pada saat orang mendorong mobil mogok, jika selama didorong mobil diam maka gaya dorong tersebut tidak melakukan usaha. Tetapi jika selama didorong mobil bergerak, maka gaya dorong tersebut melakukan usaha.

Semakin besar gaya dan perpindahan benda, usaha yang dilakukan oleh gaya tersebut semakin besar. Oleh karena itulah besar usaha atau kerja dalam sains didefinisikan sebagai "*hasil kali antara gaya dengan perpindahannya*"

Dalam bentuk rumus, dapat dituliskan sebagai berikut :



- Dengan : W = Usaha (kerja), satuannya (N.m = Joule)
- F = gaya dorong, atau gaya tarik, satuannya (N)
- S = perpindahan benda selama ada gaya, satuannya (m)

Perhatikan gambar di atas dengan baik. Misalkan kita mendorong mobil-mobilan mulai dari titik A dengan gaya sebesar F . Setelah sampai di titik B dorongan tangan dilepaskan, tetapi mobil-mobilan masih terus bergerak sampai ke titik C. Berarti usaha yang dilakukan oleh gaya dorong tangan kita hanya memiliki perpindahan sejauh $AB=S$. Perpindahan mobil-mobilan sampai ke titik C, bukan dilakukan oleh gaya dorong tangan kita. Tetapi karena mobil-mobilan telah memiliki kecepatan (energi kinetik).

12.4 DAYA

Kalau ada orang menyatakan bahwa dirinya sudah tidak berdaya, maka secara umum dapat diartikan bahwa orang tersebut sudah tidak mampu lagi melakukan usaha untuk mencapai suatu tujuan. Bagaimanakah pengertian *daya* dalam sains? Untuk mengetahui hal itu, selesaikan tugas diskusi berikut ini dengan baik.

Tugas diskusi 13-3

Misalkan seorang siswa mengamati dua orang pekerja yang sedang memindahkan sejumlah batu bata dari satu tempat ke tempat yang lain. Ternyata pekerja pertama mampu memindahkan 120 batu bata dalam waktu 10 menit, tetapi pekerja ke dua memerlukan waktu 20 menit untuk memindahkan 120 buah batu bata.

Pertanyaan :

- a. Apakah besar usaha yang dilakukan oleh kedua pekerja tersebut sama?
- b. Apakah kecepatan melakukan usaha kedua pekerja tersebut sama?
- c. Apakah daya kedua pekerja tersebut sama?

Diskusikan kedua pertanyaan tersebut secara berkelompok, kemudian jelaskan secara singkat kesimpulan yang diperoleh !

Dua pekerja yang dapat melakukan besar usaha yang sama, belum tentu memiliki daya yang sama. Sebab pengertian *daya (power)* dalam sains sama dengan *kecepatan dalam melakukan usaha*, atau *besar usaha yang dilakukan persatuan waktu* “. Dalam bentuk rumus, dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (13-5)$$

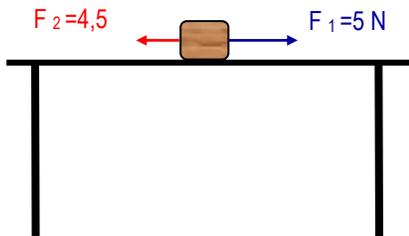
- Dengan : P = daya, satuannya (J s⁻¹ = watt)
W = usaha, satuannya (J)
t = waktu, satuannya (s)

Berdasarkan pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa semakin cepat usaha dapat dilakukan maka dayanya akan semakin besar. Berarti pekerja pertama memiliki daya yang lebih besar dibandingkan dengan pekerja ke dua. Sebab kecepatan melakukan usaha pekerja pertama adalah 0,2 batu bata per detik, sedangkan pekerja ke dua adalah 0,1 batu bata per detik.

Dalam berbagai peralatan teknik yang menggunakan sumber energi tertentu, daya menunjukkan “*besarnya energi yang dipakai persatuan waktu*”. Berarti kipas angin atau lampu bohlam yang berisi tulisan 60 watt 220 volt, memiliki pengertian bahwa jika peralatan itu dipasang pada tegangan 220 volt, besar energi listrik yang dipakai dalam setiap detik adalah 60 joule. Masalah tersebut akan dapat kalian pelajari lebih jauh, pada saat kita membahas materi kelistrikan.

Contoh Soal dan Jawabannya

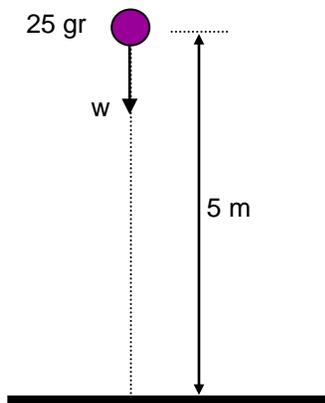
1. Dalam suatu pertandingan, sebuah benda yang terletak di permukaan meja datar dan licin, ditarik oleh dua siswa dengan gaya seperti gambar.



- Apakah benda akan bergerak ? Jelaskan !
- Tentukan besar usaha yang dilakukan oleh masing-masing gaya tarik siswa, setelah benda berpindah sejauh 10 cm.
- Berapakah usaha total yang dilakukan oleh kedua siswa, setelah benda berpindah sejauh 10 cm ?

Jawaban :

- Benda akan bergerak ke kanan, sebab resultan gaya yang bekerja pada benda : $\Sigma F = F_1 - F_2 = 5 \text{ N} - 4,5 \text{ N} = 0,5 \text{ N}$ dengan arah ke kanan.
 - Besar usaha yang dilakukan oleh gaya siswa yang 5N ke kanan adalah : $W_1 = F_1 S = (5 \text{ N}) \cdot (0,1 \text{ m}) = 0,5 \text{ Nm} = 0,5 \text{ J}$
 Besar usaha yang dilakukan oleh gaya siswa yang 4,5N ke kiri adalah : $W_2 = (-F_1) S = (-4,5 \text{ N}) \cdot (0,1 \text{ m}) = -0,45 \text{ Nm} = -0,45 \text{ J}$
 Harus diingat bahwa arah gaya yang berlawanan dengan arah perpindahan, harus diberi tanda negatif.
 - Besar usaha total yang dilakukan oleh kedua siswa dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu :
 - $W_T = W_1 + W_2 = (0,5 \text{ J}) + (-0,45 \text{ J}) = 0,05 \text{ J}$
 - $W_T = \Sigma FS = (0,5 \text{ N}) \cdot (0,1 \text{ m}) = 0,05 \text{ J}$
2. Dalam suatu percobaan gerak, seorang siswa menjatuhkan sebuah kelereng yang massanya 25 gr dari ketinggian 5 m di atas permukaan bumi.



- Tentukan berat kelereng tersebut.
- Tentukan energi potensial gravitasi kelereng mula-mula.
- Tentukan besar usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi selama benda jatuh.
- Tentukan besar energi gerak kelereng pada saat menyentuh tanah.
- Tentukan kecepatan kelereng pada saat menyentuh tanah.

Jawaban :

- a. Berat kelereng sama dengan gaya gravitasi bumi yang bekerja pada kelereng, yaitu : $w = m g = (0,025 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ ms}^{-2}) = 0,25 \text{ N}$
 - b. Besar energi potensial gravitasi kelereng mula-mula (di ketinggian 5m) adalah : $E_p = m g h = (0,025 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ ms}^{-2}) \cdot (5 \text{ m}) = 1,25 \text{ J}$
 - c. Besar usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi selama benda jatuh adalah : $W_g = w h = (0,25 \text{ N}) \cdot (5 \text{ m}) = 1,25 \text{ J}$
 - d. Pada saat tiba di tanah seluruh energi potensial gravitasi kelereng berubah menjadi energi gerak, maka menurut hukum kekekalan energi : $E_k = E_p = 1,25 \text{ J}$
 - e. Kecepatan kelereng pada saat menempuh tanah dapat ditentukan dari energi geraknya, yaitu : $E_k = (1/2)mv^2 = 1,25 \text{ J}$. Maka diperoleh hasil : $(1/2)(0,025 \text{ kg})(v^2) = 1,25 \text{ J} \rightarrow v = 10 \text{ ms}^{-1}$
3. Pada hari minggu seorang siswa membantu orang tuanya untuk menyetrika pakaian. Setrika listrik yang dipergunakan memiliki daya 350 watt. Jika selama bekerja 1,5 jam setrika listriknya tidak pernah ia matikan, berapakah besar energi listrik yang telah dipergunakan untuk menyetrika tersebut ?

Jawaban :

Daya : $P = 350 \text{ watt} = 350 \text{ Js}^{-1}$
Waktu : $t = 1,5 \text{ jam} = (1,5 \times 60 \times 60) \text{ s} = 5400 \text{ s}$
Besar usaha listrik sama dengan energi listrik, maka : $W = P t$
 $W = (350)(5400) = 189.10^4 \text{ J}$

TUGAS MERANGKUM

Untuk menata kembali seluruh pengetahuan yang telah kalian peroleh dari bab ini, sekarang cobalah membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan berikut :

1. Apakah yang dimaksudkan dengan energi?
2. Sebutkan beberapa bentuk energi yang telah kalian ketahui?
3. Apakah perbedaan energi gerak dan energi potensial gravitasi suatu benda?
4. Apakah yang dimaksud dengan hukum kekekalan energi?
5. Faktor-faktor apakah yang menentukan besar energi gerak suatu benda? Tuliskan bentuk rumus dan satuan energi gerak tersebut!
6. Faktor-faktor apakah yang menentukan energi potensial gravitasi suatu benda? Tuliskan bentuk rumus dan satuan energi potensial gravitasi tersebut!
7. Apakah yang dimaksud dengan usaha (kerja) dalam sains ? Tuliskan bentuk rumus dan satuan usaha tersebut!
8. Apakah yang dimaksudkan dengan daya ? Tuliskan rumus dan satuan daya tersebut!

SOAL-SOAL UNTUK LATIHAN

A. Bentuk Soal Pilihan Ganda

Pilih salah satu alternatif jawaban yang paling benar, dengan jalan memberikan tanda silang (X) pada lembar jawaban yang telah disediakan

1. Pernyataan yang benar berikut ini adalah :
 - a. Benda bergerak pasti memiliki energi kinetik
 - b. Benda diam pasti memiliki energi potensial gravitasi
 - c. Benda bergerak pasti memiliki energi potensial gravitasi
 - d. Benda bergerak pasti memiliki energi potensial gravitasi dan energi kinetik

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

2. Dua benda yang massanya sama bergerak dengan kecepatan 1 : 2, maka Perbandingan energi kinetik kedua benda adalah :
 - a. 1 : 2
 - b. 1 : 4
 - c. 2 : 1
 - d. 4 : 1

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

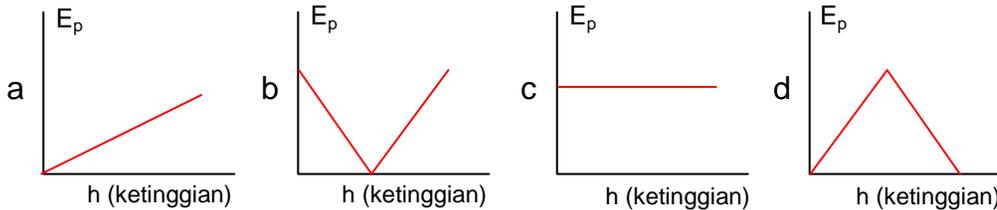
3. Perubahan energi yang terjadi selama durian jatuh dari pohon adalah :
 - a. Energi potensial gravitasinya membesar, energi kinetiknya mengecil
 - b. Energi potensial gravitasi dan energi kinetiknya semakin membesar
 - c. Energi kinetiknya membesar, energi potensial gravitasinya mengecil
 - d. Energi kinetik dan energi potensial gravitasinya semakin mengecil

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

4. Dua benda yang memiliki perbandingan massa 2 : 1, berada pada ketinggian yang sama dari permukaan bumi. Maka perbandingan energi potensial gravitasi kedua benda tersebut adalah :
- a. 2 : 1 b. 1 : 2 c. 4 : 1 d. 1 : 4

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

5. Bola yang kita lemparkan secara vertikal dari permukaan bumi, akan mengalami perubahan energi potensial gravitasi seperti grafik :



Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

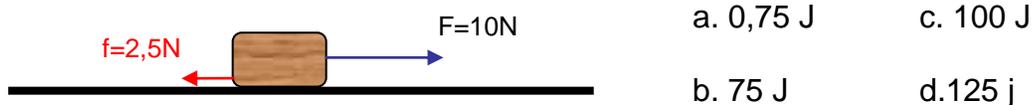
6. Alat yang dapat mengubah energi gerak menjadi energi listrik adalah :
- a. Generator b. Dinamo c. Elektromotor d. Akumulator

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

7. Jika lampu belajar yang kita pakai memiliki daya 60 watt, maka energi listrik yang dipakai selama 2 jam adalah :
- a. 120 J b. $36 \cdot 10^2$ J c. $72 \cdot 10^2$ J d. $432 \cdot 10^3$ J

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

8. Seorang siswa menarik balok kayu dengan gaya $F = 10$ N di lantai yang kasar seperti gambar berikut. Jika besar gaya gesekannya $f = 2,5$ N, maka usaha total yang dilakukan oleh resultan gaya, setelah benda berpindah sejauh 10 cm adalah :



- a. 0,75 J c. 100 J
 b. 75 J d. 125 J

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

9. Jika solder listrik yang dipakai dayanya 500 watt, maka artinya adalah :
- a. Selama dipakai hanya mampu mengeluarkan energi 500 J
 b. Solder bekerja dengan baik pada saat memiliki energi 500J
 c. Setiap detik menggunakan energi listrik sebesar 500 J
 d. Batas maksimum penggunaan energi adalah 500 J

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

10. Peristiwa yang dapat menghasilkan energi potensial pegas adalah :

- a. Karet ditarik
- b. Kelereng diangkat
- c. Bola dilemparkan
- d. Bandul diayunkan

Berikan alasan mengapa kalian menjawab demikian :

B. Bentuk Soal Uraian

1. Coba kalian jelaskan dengan menggunakan sebuah contoh, peristiwa apakah yang menunjukkan adanya hukum kekekalan energi ?
2. Benda (1 kg) dilempar ke atas dengan kecepatan awal 25 cm s^{-1} . Tentukan ketinggian maksimum yang dicapai, jika percepatan gravitasinya 10 ms^{-2} .
3. Buah durian (3 kg) jatuh dari ketinggian pohon 10 m. Tentukan :
 - a. Kecepatan buah durian setelah menempuh jarak 4 m
 - b. Besar usaha yang dilakukan berat durian selama jatuh
4. Jika setelah belajar yaitu pukul 22.00 lampu kamar 60 watt dipadamkan dan baru pada pukul 05.00 dihidupkan lagi sampai pukul 07.00, coba tentukan berapa besar energi listrik yang dihemat dalam satu malam ?
5. Coba jelaskan apa yang dimaksud dengan sumber energi dapat diperbaharui dan sumber energi tidak dapat diperbaharui ? Berikan contohnya !