

# BAHAN AJAR USAHA & ENERGI XI FASE F



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga bahan ajar ini dapat disusun dengan baik. Bahan ajar ini disusun sebagai panduan pembelajaran bagi siswa kelas XI dalam memahami konsep usaha dan energi, yang merupakan bagian penting dalam mata pelajaran Fisika.

Materi usaha dan energi memiliki peran krusial dalam memahami berbagai fenomena dalam kehidupan sehari-hari, termasuk bagaimana gaya bekerja pada suatu benda, perubahan energi, serta penerapan hukum kekekalan energi. Dengan memahami konsep ini, diharapkan siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan usaha dan energi.

Bahan ajar ini disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami serta dilengkapi dengan contoh-contoh soal, ilustrasi, dan latihan untuk meningkatkan pemahaman siswa. Semoga bahan ajar ini dapat menjadi sumber belajar yang bermanfaat bagi siswa dan membantu dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Kami menyadari bahwa bahan ajar ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Akhir kata, semoga bahan ajar ini dapat memberikan manfaat bagi siswa serta semua pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran. Terima kasih

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
PENDAHULUAN .....	iv
BAB I .....	1
ENERGI .....	1
BAB II .....	4
USAHA .....	4
BAB III .....	8
HUBUNGAN ENERGI DAN USAHA .....	8
1. Energi Kinetik .....	8
2. Energi Potensial .....	9
3. Energi Mekanik .....	10
4. Hukum Kekekalan Energi .....	10
5. Hukum Kekekalan Energi Mekanik .....	10
LATIHAN AKHIR .....	14

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Perubahan energi listrik menjadi energi panas pada setrika ketika digunakan .....	2
<b>Gambar 1.2</b>	James Prescott Joule .....	2
<b>Gambar 1.3</b>	Perubahan energi pada lampu .....	3
<b>Gambar 1.4</b>	Perubahan energi pada panel surya.....	3
<b>Gambar 1.5</b>	Perubahan energi pada kayu bakar .....	3
<b>Gambar 1.6</b>	Perubahan energi pada bendungan .....	3
<b>Gambar 2.1</b>	Mendorong tembok .....	4
<b>Gambar 2.2</b>	Mendorong mobil.....	4
<b>Gambar 2.3</b>	Usaha yang dilakukan oleh sebuah gaya $F$ menyebabkan perpindahan sejauh $s$ .....	5
<b>Gambar 2.4</b>	Gaya searah perpindahan .....	5
<b>Gambar 2.5</b>	Gaya tegak lurus dengan perpindahan.....	5
<b>Gambar 2.6</b>	Gaya berlawanan arah dengan perpindahan.....	6
<b>Gambar 2.7</b>	Gaya sama dengan nol atau benda tetap diam .....	6
<b>Gambar 3.1</b>	Bola bergerak.....	8
<b>Gambar 3.2</b>	Benda yang memiliki energi potensial karena kedudukannya .....	9
<b>Gambar 3.3</b>	Benda yang jatuh dari ketinggian.....	10
<b>Gambar 3.4</b>	Bola yang jatuh dari ketinggian .....	11

## BAB I ENERGI

### A. FENOMENA ALAM PADA POTENSI PETIR SEBAGAI ENERGI BARU

#### Tahukah Kamu?

Listrik adalah salah satu bentuk energi yang kebutuhannya di Indonesia dipasok dari pembangkit-pembangkit listrik. Namun ternyata keberadaannya belumlah memenuhi. Mengapa belum memenuhi? Nyatanya, masih banyak daerah terpencil yang belum pernah merasakan listrik sama sekali. Lalu, apakah solusinya? Apakah perlu dibangun pembangkit listrik lebih banyak? Yang menggunakan tenaga batubara? Atau gas? Atau minyak bumi? Tentu saja tidak, sebab persediaan bahan-bahan tersebut sangatlah terbatas. Bahan-bahan tersebut termasuk sumber alam yang tidak dapat diperbaharui. Lalu bagaimanakah

Petir sudah tidak asing lagi bagi kita. Pernahkah kamu mendengar berita bahwa terdapat bangunan, pohon, ataupun manusia yang tersambar petir? Petir dapat merobohkan pohon dan bangunan bahkan membunuh manusia. Sungguh dahsyat bukan? Mengapa bisa terjadi seperti demikian? Perlu kalian ketahui bahwa petir merupakan hasil dari pelepasan energi listrik yang sangat besar di atmosfer. Karena begitu besarnya energi listrik yang dilepaskan, petir sampai mampu membunuh manusia dan menghancurkan benda yang disambarnya.

**Penasaran?? Mari simak video ini!**



Lalu bagaimana petir dapat digunakan sebagai sumber energi?

Cahaya yang dikeluarkan oleh petir lebih terang daripada cahaya 10 juta bola lampu pijar berdaya 100 watt. Sebuah sambaran petir berukuran rata-rata memiliki energi yang dapat menyalaikan sebuah bola lampu 100 watt selama lebih dari 3 bulan. Sebuah sambaran kilat berukuran rata-rata mengandung kekuatan listrik sebesar 20.000 ampere. Kecepatan kilat pun luar biasa. Kilat bergerak dengan kecepatan 150.000 km/detik, atau setengah kecepatan cahaya, dan 100.000 kali lipat lebih cepat daripada suara. Kilatan yang terbentuk turun sangat cepat ke bumi dengan kecepatan 96.000 km/jam. Kilat dari perit merupakan bentuk transformasi energi, yang mengubah sebagian potensial listrik menjadikan energi cahaya, energi bunyi, dan energi panas. Dari sinilah, para ilmuwan mulai memikirkan bahwa petir dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui.

Pernahkah kamu mendengar tentang energi? Apa itu energi? Pada umumnya, orang menyebut energi dengan sebutan tenaga. Ketika seseorang tidak makan dan merasa lemas, seringkali orang itu dikatakan kekurangan energi atau kekurangan tenaga. Setelah mendapat asupan makanan, orang tersebut memperoleh tambahan energi dan merasa lebih kuat dalam bekerja dibanding sebelum makan.



### Samakah energi dengan tenaga?



Energi adalah kemampuan melakukan kerja atau usaha. Energi merupakan besaran yang kekal, artinya energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan, tetapi dapat diubah dari satu bentuk energi kebentuk lain. Ketika habis dipakai, energi tidak musnah, namun akan berubah bentuk menjadi energi yang lain. Manusia tidak bisa menciptakan energi. Untuk memanfaatkan energi, manusia mengubah bentuk energi yang ada menjadi bentuk energi yang lain. Perubahan bentuk energi inilah yang disebut dengan transformasi energi.



**Gambar 1.1** Perubahan energi listrik menjadi energi panas pada setrika ketika digunakan



**Gambar 1.2** James Prescott Joule

Kegiatan ibu menyentrika pakaian adalah salah satu kegiatan yang mengubah bentuk energi. Setrika yang digunakan ibu merupakan bentuk perubahan energi listrik menjadi energi panas. Setrika yang disambungkan dengan listrik, akan menghasilkan panas. Panas tersebut berfungsi menghilangkan kerutan pada pakaian.

Lambang untuk energi adalah E, Satuanya dalam Standar Internasional (SI) adalah  $kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$  kombinasi ini diberi nama *joule* (J) yang diteliti oleh James Prescott Joule pada tahun 1818-1889. Energi dalam segala bentuknya diukur dalam satuan yang sama dengan kerja. Satuan energi lain yang umum digunakan selain joule dan satuan termal inggris (Btu), muncul karena kemudahan dalam situasi yang berbeda. Btu dan Kalori (kal) sering kali berguna dalam membahas energi termal, dan *kilowatt-hours* (kWh) paling sering digunakan dalam kasus energi listrik.

Nilai beberapa satuan energi yang digunakan pada umumnya dalam *joule* :

- 1 joule (J) =  $N \times m = 1 kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$
- 1 ft-lb = 1,356 J
- 1 Btu =  $1,055 \times 10^3$  J
- 1 kWh =  $3,600 \times 10^6$  J
- 1 Kalori = 4,187 J

## LATIHAN MANDIRI

Nama:

Kelas:

Isi dan jelaskanlah gambar dibawah yang merupakan konsep dari perubahan energi!



Gambar 1.3 Perubahan energi pada lampu



Gambar 1.4 Perubahan energi pada panel surya



Gambar 1.5 Perubahan energi pada kayu bakar



Gambar 1.6 Perubahan energi pada bendungan

## BAB II

## USAHA



Gambar 2.1 Mendorong tembok



Gambar 2.2 Mendorong mobil



Berdasarkan gambar diatas, ketika seseorang mendorong tembok dan mobil pasti memerlukan tenaga. Tenaga yang diberikan saat mobil didorong akan menyebabkan mobil tersebut bergerak atau berpindah artinya kita sudah melakukan usaha, namun ketika tembok didorong dengan seluruh tenaga namun tidak terjadi perpindahan apakah ada usaha yang dilakukan?

Berikan pendapatmu pada kolom dibawah

Untuk memindahkan gerobak pasir memerlukan usaha dengan adanya dorongan ataupun tarikan sehingga gerobak tersebut berpindah. Tetapi dalam ilmu fisika, makna kerja lebih tepat dan terbatas dari pada penggunaan sehari-hari. Jika benda diberikan suatu gaya konstan  $F$  yang menyebabkannya bergerak sejauh  $x$  sejajar dengan  $F$ , maka kerja  $W$  yang dilakukan oleh gaya tersebut didefinisikan sebagai hasil kali besarnya gaya dikalikan jarak yang ditempuhnya saat benda tersebut dipindahkan. Secara matematis dapat dituliskan sebagai:

$$W = F \cdot \Delta s \quad (2.1)$$

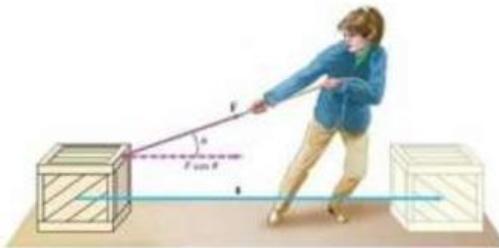
$W$  = Usaha yang dilakukan (Joule atau J)

$F$  = Gaya yang bekerja (Newton atau N)

$\Delta s$  = Besarnya perpindahan yang dialami benda (meter atau m)

Ada dua kondisi penting dalam definisi tentang kerja. Pertama, gaya harus diberikan pada objek melalui jarak tertentu. Dengan kata lain, gaya harus menggerakkan objek misalnya seseorang mendorong dinding dengan sekuat tenaga sampai otot-ototnya terasa sakit karena usaha yang dilakukannya. Namun, jika dinding tidak bergerak maka tidak ada kerja apapun yang dilakukan pada dinding. Kedua, agar kerja dapat dilakukan, gaya harus memiliki komponen yang sejajar dengan arah gerak. Jika gaya yang diberikan tidak searah dengan gerak maka gaya tersebut dapat diuraikan menjadi komponen yang sejajar dengan tegak lurus terhadap perpindahan.

Perhatikan gambar berikut!



**Gambar 2.3** Usaha yang dilakukan oleh sebuah gaya  $F$  menyebabkan perpindahan sejauh  $s$

Pada gambar, gaya tarikan  $F$  yang bekerja pada benda dengan arah  $\theta$  terhadap arah perpindahan benda. Gaya tarikan  $F$  menyebabkan benda berpindah sejauh  $\Delta s$ . Benda yang berpindah ke kanan, maka komponen gaya  $F$  yang searah perpindahan adalah  $F \cos \theta$ . Sesuai dengan definisi usaha, maka perumusan besar usaha yang dilakukan oleh gaya  $F$  pada gambar di atas adalah:

$$W = F_x \cdot \Delta s = F \cos \theta \cdot \Delta s \quad (2.2)$$

$W$  = Usaha yang dilakukan (Joule atau J)

$F$  = Gaya yang bekerja (Newton atau N)

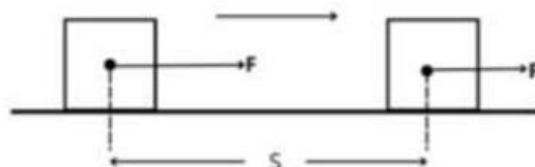
$\Delta s$  = Besarnya perpindahan yang dialami benda (meter atau m)

$\theta$  = Sudut antara  $F$  dan  $s$  (derajat atau radian)

Sudut  $\theta$  adalah sudut antara gaya  $F$  dengan arah perpindahan. Usaha dapat juga didefinisikan sebagai hasil dot product (perkalian titik) antara dua vector, yaitu vector gaya dengan vector perpindahan. Hasil perkalian kedua vector tersebut adalah usaha. Berdasarkan persamaan diatas kita dapat menyatakan empat keadaan istimewa mengenai usaha yang dilakukan oleh suatu gaya, yaitu:

- Gaya searah perpindahan ( $\theta = 0^\circ$ )

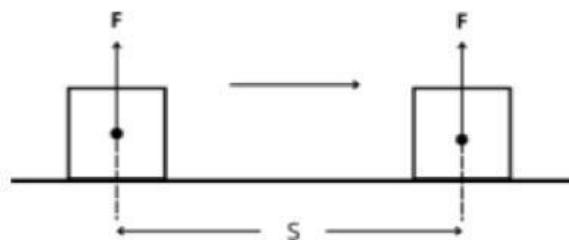
Karena  $\cos 0^\circ = 1$ , maka  $W = Fs$



**Gambar 2.4** Gaya searah perpindahan

- Gaya tegak lurus perpindahan ( $\theta = 90^\circ$ )

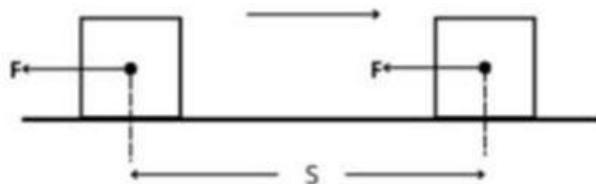
Karena  $\cos 90^\circ = 0$ , maka  $W = 0$



**Gambar 2.5** Gaya tegak lurus dengan perpindahan

- c. Gaya berlawanan arah dengan perpindahan ( $\theta = 180^\circ$ )

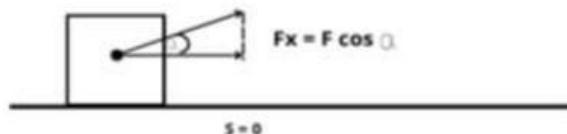
Karena  $\cos 180^\circ = -1$ , maka  $W = -Fs$



**Gambar 2.6** Gaya berlawanan arah dengan perpindahan

- d. Perpindahan sama dengan 0 atau benda tetap diam ( $s = 0$ )

Karena  $s = 0$ , maka  $W = 0$



**Gambar 2.7** Gaya sama dengan nol atau benda tetap diam

Perhatikan bahwa, meskipun usaha yang dilakukan bergantung pada gaya, usaha itu sendiri adalah besaran scalar, bukan besaran vector.

#### Contoh Soal:

**Gaya sebesar 30 N membentuk sudut pada bidang horizontal bekerja terhadap benda sehingga benda berpindah sejauh 10 m. Hitunglah usaha yang dilakukan gaya tersebut!**

Diketahui:  $F = 30 \text{ N}$

$\theta = 60^\circ$

$s = 10 \text{ m}$

Ditanyakan:  $W = \dots ?$

Jawaban:

$$W = F \cos \theta s$$

$$W = 30 \times \cos 60^\circ \times 10$$

$$W = 30 \times \frac{1}{2} \times 10$$

$$W = 150 \text{ J}$$



**Untuk lebih memahami, kerjakanlah soal dibawah ini!**

Aris mendorong sebuah meja dengan gaya 100 N sejauh 10 m. Apabila Aris mendorong meja tersebut dengan sudut  $30^\circ$  terhadap arah vertical, maka usaha yang dilakukan Aris adalah. Tuliskan jawabanmu pada kolom dibawah!