

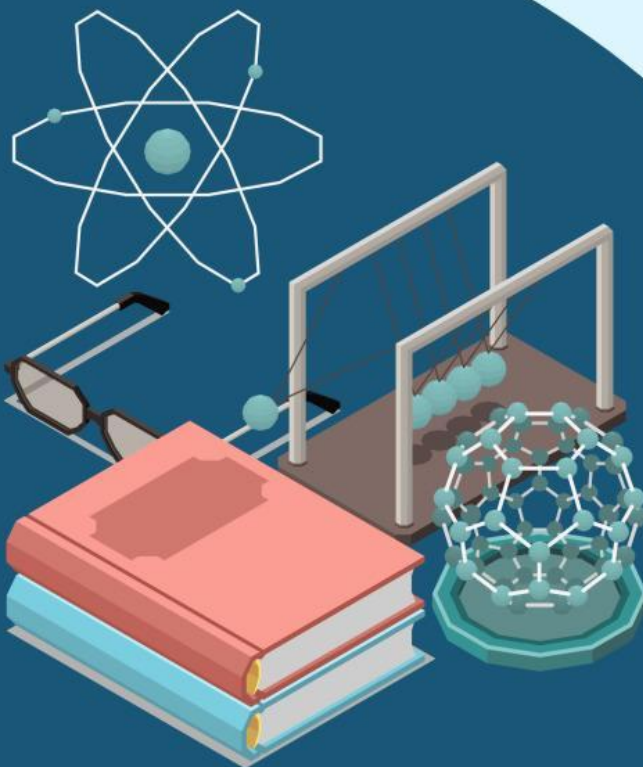


Kurikulum  
Merdeka

# MODUL AJAR

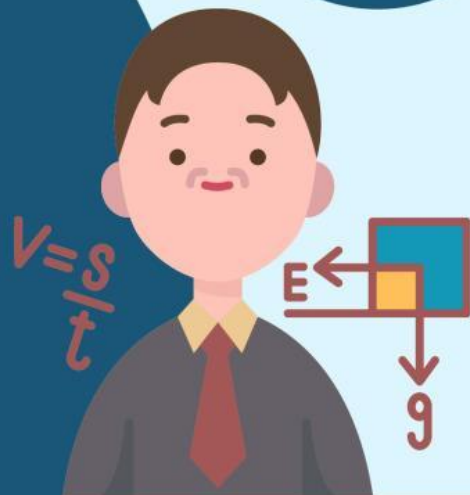
# USAHA DAN ENERGI

Model Discovery Learning



Kelas

**X**

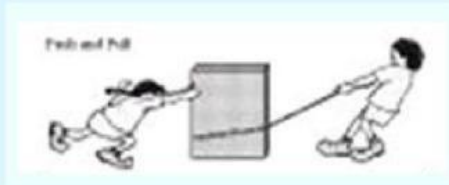


SMA/MA Fase E

**1**

# USAHA DAN ENERGI

## A. Usaha



Gambar 1. Seorang anak menarik dan mendorong meja

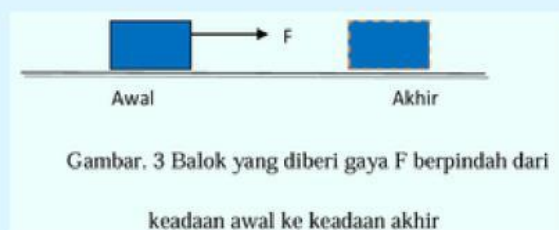


Gambar 2. Seseorang mendorong sebuah lemari

Perhatikanlah gambar orang yang sedang menarik balok sejauh  $d$  meter! Orang tersebut dikatakan telah melakukan kerja atau usaha. Namun perhatikan pula orang yang mendorong dinding tembok dengan sekuat tenaga. Orang yang mendorong dinding tembok dikatakan tidak melakukan usaha atau kerja. Meskipun orang tersebut mengeluarkan gaya tekan yang sangat besar, namun karena tidak terdapat perpindahan kedudukan dari tembok, maka orang tersebut dikatakan tidak melakukan kerja.

Dari ilustrasi diatas maka, bisa disimpulkan bahwa usaha dalam fisika berkaitan dengan gaya dan perpindahan. Usaha didefinisikan sebagai hasil kali scalar (*dot product*) antara gaya dan perpindahan.

### Rumus Usaha:



Gambar. 3 Balok yang diberi gaya  $F$  berpindah dari keadaan awal ke keadaan akhir

Jika gaya yang diberikan kepada benda searah, usaha dapat dirumuskan:

$$w = \Delta F x \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:  $w = usaha$

$F = gaya$

$\Delta x =$  Perubahan posisi

## 1. Usaha yang Dilakukan Gaya Membentuk Sudut Sembarang



Gambar 4. Sebuah benda ditarik dengan gaya membentuk sudut  $\alpha$

Jika gaya yang diberikan membentuk sudut maka usaha dirumuskan:

$$w = F \Delta x \cos \alpha \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:  $w = \text{usaha}$

$F = \text{gaya}$

$\Delta x = \text{Perubahan posisi}$

$\alpha = \text{Sudut yang dibentuk}$

Baik gaya maupun perpindahan merupakan besaran vektor. Sesuai dengan konsep perkalian titik antara dua buah vektor, maka usaha  $W$  merupakan besaran skalar. Dalam sistem satuan SI, satuan usaha adalah Joule, yang dilambangkan dengan huruf  $J$ .

Dalam kehidupan sehari-hari usaha yang dilakukan bisa bernilai positif, negatif ataupun nol. Contoh usaha yang bernilai positif adalah ketika seorang atlet mengerahkan gaya ototnya untuk mengangkat barbell dari lantai ke atas kepalanya, dikarenakan barbell berpindah dari lantai ke atas kepalanya. Contoh usaha yang bernilai nol adalah ketika kamu memegang buku yang berat dan mempertahankan posisi buku tersebut agar tetap didepan dada, meskipun kamu berjalan hilir mudik tetapi kamu tidak melakukan usaha pada buku karena buku tersebut tidak berpindah.

**Komet**  
**[Kotom Mengingat]**

- Usaha sering dikatakan sebagai kerja
- Usaha bernilai positif berarti melakukan kerja
- Usaha bernilai negatif berarti menerima kerja



### **Komen (Kolom Temuan)**

Temukan beberapa contoh kegiatan dalam kehidupan sehari-hari ketika seseorang atau hewan tampak melakukan usaha, menurut konsep fisika!!!



### **Contoh Soal 1:**

Sebuah gaya  $F=50\text{ N}$  bekerja pada sebuah benda yang massanya  $10\text{ Kg}$  sehingga benda berpindah dalam arah horizontal sejauh  $2\text{ m}$ . Gaya tersebut membentuk sudut  $60^\circ$  terhadap arah perpindahannya. Berapakah usaha yang dilakukan oleh gaya terhadap benda ?

#### **Pembahasan:**

Diketahui:  $m = 10\text{kg}$

$$x = 2\text{m}$$

$$\theta = 60^\circ$$

Jawab:

$$w = F \cos \theta \cdot x$$

$$w = 10\text{kg} \cdot \cos (60^\circ) (2\text{m})$$

$$w = 50\text{Joule}$$

## 2. Usaha yang Dilakukan oleh Berbagai Gaya

Pada kehidupan sehari-hari, jarang dijumpai adanya gaya tunggal yang bekerja pada benda. Misalnya, saat Ananda berjalan. Gaya-gaya yang bekerja pada saat Ananda berjalan adalah gaya berat, gaya normal, dan gaya gesekan. Bagaimanakah cara menentukan usaha yang dilakukan oleh berbagai gaya? Untuk dapat menentukan usahanya, Ananda harus mengetahui besar gaya dan arahnya.

a. Masing – masing gaya bekerja serentak pada perpindahan yang sama

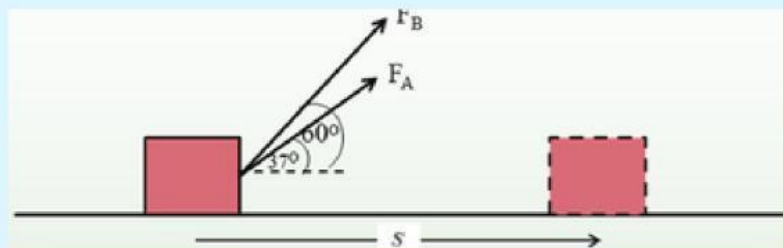
Usaha total yang dilakukan oleh beberapa gaya yang bekerja serentak dapat dihitung sebagai hasil kali resultan komponen gaya yang segaris dengan perpindahan dan besarnya perpindahan.

$$W = (F_{x1} + F_{x2} + F_{x3} + \dots + F_{xn})s = \left( \sum_{n=1}^n F_{xn} \right) \dots \dots \dots (3)$$



### Contoh Soal 2:

Perhatikan gambar di bawah ini! Ada dua orang peserta didik A dan B menarik peti yang terletak pada lantai.



Tentukanlah besar perpindahan peti yang ditarik oleh peserta didik A dan B jika besarnya gaya kedua peserta didik tersebut masing-masing 10 N dan 20 N dan usaha yang dikerahkan 72 joule!

**Penyelesaian**

**Diketahui :**  $F_A = 10 \text{ N}$   
 $F_B = 20 \text{ N}$   
 $\alpha_A = 37^\circ$   
 $\alpha_B = 60^\circ$   
 $W = 72 \text{ J}$

**Ditanya:**  $s = \dots?$

**Jawaban :**

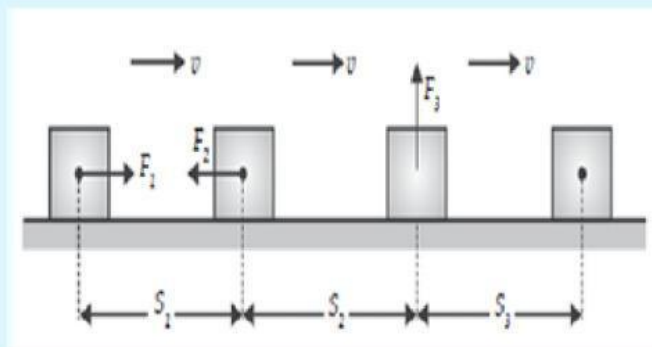
$$\begin{aligned} 72 \text{ J} &= (F_A + F_B) s \\ 72 \text{ J} &= (10 \cos 37 + 20 \cos 60) s \\ 72 \text{ J} &= (10 \cdot 0,8 + 20 \cdot 0,5) s \\ 72 \text{ J} &= (8 + 10) s \\ s &= \frac{72}{18} = 4 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Masing-masing gaya bekerja pada perpindahan yang berbeda

Mengingat bahwa usaha adalah besaran skalar, maka usaha yang dilakukan oleh beberapa gaya pada perpindahan yang berbeda dapat dihitung sebagai hasil penjumlahan aljabar dari usaha yang dilakukan oleh masing-masing gaya secara individual. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$W = (W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n) = \left( \sum_{n=1}^n W_n \right) \dots \dots \dots (4)$$

Perhatikan usaha yang dilakukan oleh beberapa gaya seperti terlihat pada gambar 5 berikut!



Gambar 5. Usaha yang dilakukan oleh beberapa gaya pada perpindahan yang berbeda

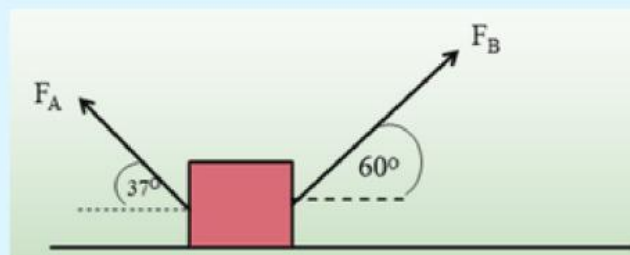
Berdasarkan gambar disamping, diperoleh besarnya usaha yang dilakukan adalah

$$\begin{aligned}W &= W_1 + W_2 + W_3 \\&= F_1 s_1 \cos 0^\circ + F_2 s_2 \cos 180^\circ + F_3 s_3 \cos 90^\circ \\&= F_1 s_1 + (-F_2 s_2) + 0 \\&= F_1 s_1 - F_2 s_2\end{aligned}$$



### Contoh Soal 3:

Perhatikan gambar di bawah ini! Ada dua orang peserta didik A dan B menarik peti yang terletak pada lantai.



Tentukanlah besar dan arah perpindahan peti yang ditarik oleh peserta didik A dan B jika besarnya gaya kedua peserta didik tersebut masing-masing 10 N dan 20 N dan usaha yang dikerahkan 8 joule!

#### Penyelesaian

Diket :  $F_A = 10 \text{ N}$   
 $F_B = 20 \text{ N}$   
 $\alpha_A = 37^\circ$   
 $\alpha_B = 60^\circ$   
 $W = 4 \text{ J}$

Ditanya:  $s = \dots?$

Jawaban :

$$\begin{aligned}4 \text{ J} &= (-F_A + F_B) s \\4 \text{ J} &= (-10 \cos 37 + 20 \cos 60) s \\4 \text{ J} &= (-10 \cdot 0,8 + 20 \cdot 0,5) s \\4 \text{ J} &= (-8 + 10) s \\s &= \frac{4}{2} = 2 \text{ m}\end{aligned}$$